

Departement für Nutztiere  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun

---

**Untersuchungen über das Fressen und Wiederkauen von Kühen  
verschiedener Rassen mit Hilfe eines Drucksensors im Halfter**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von  
**Susanne Anita Stephanie Zürcher**  
Tierärztin  
von Menzingen ZG und Zürich ZH

genehmigt auf Antrag von  
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent  
Prof. Dr. A. Liesegang, Korreferentin

Zürich, 2014  
Zentralstelle der Studentenschaft

# **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2. SUMMARY</b>	<b>5</b>
<b>3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>6</b>
<b>4. LITERATURÜBERSICHT</b>	<b>7</b>
4.1. Fressen	7
4.1.1. Zirkadianer Rhythmus	8
4.1.2. Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme	9
4.1.3. Einfluss der Rasse auf das Fressverhalten	10
4.1.4. Einfluss der Anzahl Geburten auf das Fressverhalten	11
4.1.5. Einfluss von Krankheiten auf das Fressverhalten	11
4.2. Wiederkauen	12
4.2.1. Zirkadianer Rhythmus und Wiederkauen	13
4.2.2. Einflussfaktoren auf das Wiederkauverhalten	13
4.2.3. Einfluss der Rasse auf das Wiederkauverhalten	15
4.2.4. Einfluss der Anzahl Geburten auf das Wiederkauverhalten	15
4.2.5. Einfluss von Krankheiten auf das Wiederkauverhalten	15
4.3. Messmethoden zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität	16
<b>5. MATERIAL UND METHODIK</b>	<b>19</b>
5.1. Untersuchte Tiergruppen	19
5.1.1. Fressen und Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen (Versuch A)	19
5.1.1.1. Altersgruppen	19
5.1.2. Fress- und Wiederkauverhalten von 10 Kühen während 10 Tagen (Versuch B)	20
5.2. Haltung und Fütterung	21
5.2.1. Betriebe	21
5.2.2. Haltung	22
5.2.3. Fütterung	22
5.3. Methodik	22
5.3.1. Vorgehen	22
5.3.2. Drucksensor und Datenlogger	23
5.3.3. Auswertung	23
5.4. Statistik	24
5.5. Beteiligte Institutionen und Personen	24
5.6. Tierversuchsbewilligung	24

<b>6. ERGEBNISSE</b>	<b>25</b>
6.1. Fressen und Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen	25
6.1.1. Fressen bei 300 Kühen verschiedener Rassen	25
6.1.1.1. Fressdauer	25
6.1.1.2. Anzahl Kauschläge beim Fressen	27
6.1.1.3. Anzahl Kauschläge pro Stunde beim Fressen	29
6.1.2. Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen	31
6.1.2.1. Wiederkaudauer	31
6.1.2.2. Anzahl Wiederkauboli	32
6.1.2.3. Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus	35
6.1.3. Beziehungen zwischen Milchleistung, Anzahl Wochen post partum, Alter und Fress- und Wiederkauparametern	37
6.2. Fressen und Wiederkauen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen	39
6.2.1. Fressen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen	39
6.2.1.1. Fressdauer	39
6.2.1.2. Anzahl Kauschläge beim Fressen	39
6.2.2. Wiederkauen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen	42
6.2.2.1. Wiederkaudauer	42
6.2.2.2. Anzahl Wiederkauboli	42
6.2.2.3. Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus	42
<b>7. DISKUSSION</b>	<b>46</b>
7.1. Beurteilung der Messmethode	46
7.2. Beurteilung der Auswertungssoftware	47
7.3. Beurteilung des Fressverhaltens bei 300 Kühen verschiedener Rassen	48
7.4. Beurteilung des Wiederkauverhaltens bei 300 Kühen verschiedener Rassen	51
7.5. Beurteilung des Fressverhaltens bei 10 Kühen während 10 Tagen	53
7.6. Beurteilung des Wiederkauverhaltens bei 10 Kühen während 10 Tagen	54
7.7. Schlussbemerkungen	55
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>56</b>
<b>9. LEBENSLAUF</b>	<b>66</b>
<b>10. DANKSAGUNG</b>	<b>68</b>

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden das Fressen und Wiederkauen von Kühen mittels eines druckempfindlichen Sensors untersucht. Der Sensor war auf der Oberseite eines Halfters montiert und registrierte die Kieferbewegungen der Kühe. Es wurden je 100 klinisch gesunde Kühe (Versuch A) der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh mit dem Messhalter versehen und während 24 Stunden untersucht. Die Daten wurden mit Hilfe eines Computerprogramms ausgelesen und ausgewertet. Die Daten der drei Rassen wurden miteinander verglichen. Zusätzlich wurden die Daten der beiden Altersgruppen 2 bis 4 Jahre und 4.1 bis 6 Jahre miteinander verglichen. Die durchschnittliche Fressdauer aller Kühe betrug  $265.4 \pm 53.96$  Minuten. Die 2- bis 4- jährigen Kühe wiesen mit  $253.0 \pm 50.35$  Minuten eine signifikant kürzere ( $P < 0.01$ ) Fressdauer als die 4.1- bis 6-jährigen Kühe mit  $277.8 \pm 54.59$  Minuten auf. Die Fressdauer der Braunviehkühe ( $282 \pm 55.69$  Minuten) war signifikant länger ( $P < 0.01$ ) als diejenige der Holstein-Friesian- ( $256.3 \pm 50.48$  Minuten) und der Fleckviehkühe ( $257.8 \pm 50.84$  Minuten). Die durchschnittliche Wiederkaudauer betrug  $440.8 \pm 70.53$  Minuten. Die beiden Altersgruppen unterschieden sich nicht signifikant. Die Braunviehkühe wiesen jedoch eine signifikant kürzere ( $P < 0.01$ ) Wiederkaudauer ( $404.6 \pm 64.10$  Minuten) als die Holstein-Friesian- ( $457.7 \pm 72.68$  Minuten) und die Fleckviehkühe ( $460.1 \pm 59.75$  Minuten) auf. Im Versuch B wurden 10 Braunviehkühe über 10 Tage untersucht. Dies diente dazu, um festzustellen, ob und wie das Fress- und Wiederkauverhalten von Tag zu Tag variierte. Die durchschnittlichen Variationskoeffizienten betrugen für die Anzahl Kauschläge beim Fressen 12.7 %, die Fressdauer 12.1 %, die Wiederkaudauer 9.1 %, die Anzahl Wiederkauboli 8.4 % und die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus 5.9 %. Die Wiederkauparameter waren über die 10 Tage konstanter als die Fressparameter.

## 2. SUMMARY

Eating and rumination behaviour was assessed in three breeds of cows using a pressure sensor that was integrated into the noseband of a halter and recorded jaw movements. In experiment A, 300 clinically healthy cows consisting of 100 Braunvieh, 100 Holstein Friesians and 100 Red Holsteins, were fitted with a recording halter and examined for 24 hours. The recorded data were analysed using a computer program and comparisons were made among the three breeds. In addition, young cows (2 to 4 years) were compared with older cows (> 4 to 6 years). The mean daily eating time of all 300 cows was  $265.4 \pm 53.96$  min. Young cows (2 to 4 years) had a shorter daily eating time ( $253.0 \pm 50.35$  min) than older cows (> 4 to 6 years) ( $277.8 \pm 54.59$  min,  $P < 0.01$ ), and Braunvieh cows ( $282 \pm 55.69$  min) had a longer eating time than Holstein Friesian ( $256.3 \pm 50.48$  min) and Red Holstein cows ( $257.8 \pm 50.84$  min). The mean daily rumination time of all 300 cows was  $440.8 \pm 70.53$  min and did not differ between young and older cows. It was shorter in Braunvieh cows ( $404.6 \pm 64.10$  min) than in Holstein Friesian ( $457.7 \pm 72.68$  min) and Red Holstein cows ( $460.1 \pm 59.75$  min,  $P < 0.01$ ). In experiment B, eating and rumination were recorded in ten Braunvieh cows for ten days to examine daily variation in these activities. Mean coefficients of variation were 12.7 % for the number of chewing cycles related to eating, 12.1 % for duration of eating, 9.1 % for duration of rumination, 8.4 % for the number of regurgitated boluses and 5.9 % for the number of chewing cycles per regurgitated bolus. Rumination variables were subject to smaller daily variation than eating variables.

### **3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG**

Fressen und Wiederkauen sind für die Milchkuh von existentieller Bedeutung und erlauben eine wesentliche Aussage über das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand eines Tieres (KASKE, 2005). Aufregung, Stress (HERSKIN et al., 2004) und Krankheiten (HANSEN et al., 2003; GONZALES et al., 2008) beeinflussen das Fress- und Wiederkauverhalten stark.

Verschiedene Methoden erlauben es, das Fress- und Wiederkauverhalten zu messen. Da die Direktbeobachtung sehr aufwändig und vielfach in Laufställen nicht anwendbar ist, wurden verschiedene Verfahren entwickelt, um das Fress- und Wiederkauverhalten automatisch zu messen (LUGINBÜHL et al., 1987; BEAUCHEMIN, 1989; DADO und ALLEN, 1993; LINDGREN, 2009). Das von der Forschungsanstalt Reckenholz-Tännikon (ART) und der MSR Electronics GmbH neu entwickelte Verfahren, bei welchem mit Hilfe eines Drucksensors die Fress- und Wiederkauaktivität gemessen werden kann, erlaubt eine Datenaufzeichnung von bis zu zwei Wochen. Ein handelsübliches Pferdehalfter ist mit einem Drucksensor, welcher die Kieferbewegungen der Kuh aufzeichnet, und einem Datenlogger, welcher die Daten automatisch speichert, ausgestattet. Das Tier wird durch dieses Messverfahren in seinem natürlichen Verhalten nicht eingeschränkt und kann sich frei bewegen. Es ist eine genaue und einfach zu handhabende Methode (TRÖSCH, 2013), welche eine differenzierte Auskunft über das Fress- und Wiederkauverhalten des Einzeltieres erlaubt.

In der vorliegenden Studie war es das Ziel, Daten von einer grossen Anzahl Tieren in Anbindehaltung zu erfassen und die Fress- und Wiederkauparameter miteinander zu vergleichen. In verschiedenen Betrieben im Mittelland wurden je 100 Tiere der drei Schweizer Hauptnutzungsrasen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh während 24 Stunden untersucht. Die Daten der drei Rassen und der zwei Altersgruppen (2 – 4 und 4.1 – 6 Jahre) wurden miteinander verglichen. Zudem wurden 10 Kühe während 10 Tagen untersucht, um festzustellen, ob und wie das Fress- und Wiederkauverhalten von Tag zu Tag variieren.

## **4. LITERATURÜBERSICHT**

### **4.1. Fressen**

Beim Fressen wird das Futter zerkleinert. Dies führt zu einer grösseren Partikeloberfläche und erleichtert den Mikroorganismen im Pansen den Abbau der Zellwandbestandteile (POND et al., 1984; WILSON et al., 1989; BEAUCHEMIN, 1991). Die Kaubewegungen stimulieren die Speichelsekretion (BAILEY, 1961; SUDWEEKS, 1977) und korrelieren positiv miteinander (BAILEY, 1961; BEAUCHEMIN, 1991). Der Speichel stabilisiert den Pansen-pH-Wert und reguliert die Sekretion von Phosphat, Bikarbonat und Harnstoff (KASKE, 2005). Kühe, welche das Futter wie beim Weiden mit gesenktem Kopf aufnehmen, produzieren 17 % mehr Speichel als Kühe, welche mit horizontaler Kopfhaltung fressen (McFARLANE, 1972, 1976). Bei sinkendem Raufaseranteil der Nahrung sinkt die Kauaktivität pro kg Trockenmasse proportional auf bis zu 50 % (DeBOEVER et al., 1990). Die Futteraufnahme erfolgt bei Weidehaltung im Gehen (RIST et al., 1992). COOK et al. (2004) beschrieben das Fressen als die meistgezeigte Aktivität stehender Kühe. Kühe fressen mehr, wenn sie in Gruppen gehalten werden (CURTIS und HOUP, 1983). Dies kann durch eine Stimmungsübertragung erklärt werden, welche zu einem synchronisierten Verhalten führt (SAMBRAUS, 1978). Eine auf der Weide gehaltene Kuh frisst 8 bis 11 Stunden (METHLING und UNSHELM, 2002). Im Stall gehaltene Kühe fressen zwischen 4 und 9 Stunden (GÜRTLER, 1974; METZ, 1975; SAMBRAUS, 1978; BEAUCHEMIN, 1991; DADO und ALLEN, 1994; SENN et al., 1995) (Tab. 1). Die Anzahl Kauschläge beim Fressen liegt pro Tag zwischen 18'000 und 24'000 (GÜRTLER, 1974; DADO und ALLEN, 1994). Die Futteraufnahme findet in bis zu 20 Fressperioden statt (BEAUCHEMIN, 1991).

Tab. 1: Fressparameter beim Rind

Autoren	Fressdauer (Minuten)	Anzahl Kauschläge
FULLER (1928)	360	-
FREER und CAMPLING (1964)	220 - 303	-
GÜRTLER (1974)	240 - 540	24'000
METZ (1975)	248 - 392 (330)	-
BEAUCHEMIN (1991)	240 - 420	-
DADO und ALLEN (1994)	301	18'766
SENN et al. (1995)	330	-
SCHLEISNER et al. (1999)	462	21'629
MAEKAWA et al. (2002)	198 - 264	-
KONONOFF et al. (2003)	185 - 214	-
TRÖSCH (2013)	426 - 468	-

Die Regulation der Futteraufnahme ist noch nicht vollständig geklärt. Nach METZ (1975) stoppen Kühe die Futteraufnahme, wenn ein gewisser Sättigungsgrad erreicht ist. Die Futteraufnahme nimmt zu, wenn der Kuh das Futter innerhalb der ersten 3 Stunden nach Futteraufnahme durch eine Pansenfistel entfernt wird (CAMPLING et al., 1961). Die Untersuchungen von LINDSTRÖM und REDBO (2000) deuten darauf hin, dass Rezeptoren in Maulhöhle und Pharynx die Futteraufnahme regulieren. Nach SENN et al. (1995) wird die Länge der Mahlzeit durch die aufgenommene Energiemenge und nicht durch das Futtervolumen reguliert.

#### **4.1.1. Zirkadianer Rhythmus**

Die Futteraufnahme unterliegt zirkadianen Schwankungen. Auf der Weide gehaltene Kühe fressen vor allem während des Tages, wobei am Anfang und am Ende des Tages, bei Morgen- und Abenddämmerung, zwei Peaks mit erhöhter Futteraufnahme auftreten (SENN et al., 1995; DeVRIES et al., 2008; UEDA et al.,



2011). Bei sehr warmen Temperaturen verschiebt sich die Fressaktivität mehr auf die Nacht (SEATH und MILLER, 1946; PETIT, 1972). Dieser zirkadiane Rhythmus kann auch bei Stallhaltung beobachtet werden (METZ, 1975). Nach SENN et al. (1995) finden bei ad-libitum-Fütterung 85.5% der Futteraufnahme während der Lichtphase (4.30 bis 22 Uhr) statt. Während des Tages wird bevorzugt Heu gefressen, während in der Nacht Futtermittel mit einem höheren Energiegehalt (Kraftfutter oder Mais-/Grassilage) bevorzugt werden (SENN et al., 1990; DÜRST et al., 1993; SENN, 1995). Nach TOLKAMP et al. (2000) und DeVRIES et al. (2003) besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Vorlage von frischem Futter und der Futteraufnahme.

#### **4.1.2. Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme**

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Futteraufnahme. Wasserentzug während den Fütterungszeiten führt zu einer geringeren Futteraufnahme (ANDERSON, 1984). Ebenso spielen die Rasse, das Alter, die Milchleistung, das Körpergewicht, das Futter, das Fütterungsmanagement, der Energiebedarf, die Umwelt und die sozialen Strukturen eine Rolle. Zudem existieren auch tierindividuelle Besonderheiten (HAILU, 2003). So wurden z. B. bei dominanten Stieren längere Fresszeiten beobachtet als bei weniger dominanten (McPHEE et al., 1964). Im Weiteren fressen die dominanten Tiere länger, wenn im Freilaufstall bei limitiertem Fressplatzangebot frisches Futter vorgelegt wurde (FRIEND und POLAN, 1974). Bei Vorlage von frischem Futter wird die Futteraufnahme stimuliert (DULPHY et al., 1980). Das Gleiche ist auch bei ad-libitum-Fütterung zu sehen (BOUISSOU et al., 2001). Kühe, welche mehr Platz zum Fressen haben, nehmen vor allem in den ersten 90 Minuten nach Angebot von frischem Futter eine grössere Futtermenge auf als Tiere mit weniger Platz zum Fressen (DeVRIES et al., 2004). Nicht nur das Fütterungsmanagement, auch die Futterzusammensetzung und -struktur beeinflussen das Fressverhalten. Kühe, welche mit Heu gefüttert werden, nehmen eine grössere Menge Trockensubstanz auf als

Kühe auf der Weide oder bei Silagefütterung (HAFEZ und BOUISSOU, 1975). Andere Autoren (MAEKAWA et al., 2002) konnten keinen Zusammenhang zwischen dem Rationsgehalt und der Fressdauer feststellen. Auch die Partikelgrösse des Futters spielt eine wichtige Rolle. Ein hoher Anteil an kurzen Fasern im Futter führt durch verringerte Kauaktivität zu einer verringerten Speichelproduktion (MERTENS, 1997). Die Ansichten über die Beeinflussung des Fressverhaltens durch die Partikellänge sind allerdings geteilt. KONONOFF et al. (2003) stellten bei Fütterung von vier in Bezug auf die Futterpartikellänge verschieden zusammengesetzten Rationen keinen Unterschied in der Fressdauer fest. Jedoch nahm die Kauaktivität pro kg aufgenommene Trockensubstanz mit Abnahme der Partikelgrösse linear ab. Andere Autoren beschrieben bei mehrheitlich langen Partikeln in der Ration eine Zunahme der Fressdauer (DeVRIES et al., 2011). Sie erklärten ihre Beobachtungen damit, dass die Kühe das Futter zu Gunsten der kürzeren Partikel vermehrt sortieren (DeVRIES et al., 2011). Auch die Umwelt spielt eine Rolle. Die Futteraufnahme reduziert sich bei steigender Aussentemperatur (MOODY et al., 1967). Ebenso ist die Futteraufnahme bei Kühen im Östrus reduziert (REITH und HOY, 2012) und vor und nach der Geburt eingeschränkt (URTON et al., 2005). Die Ausführungen über den Einfluss des Laktationsstadiums auf die Fressdauer sind widersprüchlich. Während es nach ABRAHAMSE et al. (2008) mit abnehmender Milchleistung zu einer verringerten und verkürzten Futteraufnahme kommt, konnten BENSON et al. (2001) keinen Zusammenhang zwischen der Fressdauer und dem Laktationsstadium feststellen.

#### **4.1.3. Einfluss der Rasse auf das Fressverhalten**

Untersuchungen an der ETH Zürich haben gezeigt, dass rassenspezifische Unterschiede im Fressverhalten bestehen (DÜRST et al., 1992; SENN et al., 1995). Es ergab sich in beiden Untersuchungen, dass Jersey-Kühe öfter fressen als Kühe der Holstein-Friesian- und Fleckviehrasse; sie nehmen dabei aber kleinere

Mahlzeiten auf. Die Gesamtfressdauer war bei den Jersey-Kühen am längsten; sie frassen jedoch langsamer als die Kühe der beiden anderen Rassen. Wenn die aufgenommene Futtermenge ins Verhältnis zum Körpergewicht gesetzt wurde, bestand allerdings kein Unterschied zwischen den drei Rassen.

#### **4.1.4. Einfluss der Anzahl Geburten auf das Fressverhalten**

Die Angaben über den Einfluss der Parität auf die Futteraufnahme und das Kauverhalten sind komplett verschieden. Nach einigen Autoren (BEAUCHEMIN et al., 1994, 2002) ist die Futteraufnahme bei primiparen Kühen länger als bei pluriparen Kühen, da primipare das Futter langsamer aufnehmen und kauen als pluripare. Im Gegensatz dazu beschrieben MAEKAWA et al. (2002) bei primiparen Kühen eine kürzere Fressdauer als bei pluriparen Kühen (213 vs. 260 Minuten,  $P < 0.01$ ). Weitere Autoren konnten zwischen primi- und pluriparen Kühen keinen Unterschied in der Fressdauer feststellen (AZIZI et al., 2009). Primipare Kühe wiesen einen geringeren Verzehr an Trockensubstanz und eine geringere Milchleistung als pluripare Kühe auf (DeVRIES, 2011; MAEKAWA et al., 2002). Die aufgenommene Trockensubstanzmenge korrelierte positiv mit dem Körpergewicht (KERTZ, 1991; DADO und ALLEN, 1994; BEAUCHEMIN et al., 1997; MAEKAWA et al., 2002). Primipare Kühe mit einer hohen Milchleistung benötigten weniger Zeit, um ein kg Trockenmasse zu fressen als solche mit einer geringeren Milchleistung (DADO und ALLEN, 1994). Die aufgenommene Trockensubstanzmenge korrelierte auch positiv mit der Milchleistung (DADO und ALLEN, 1994). Daraus lässt sich schliessen, dass primipare und pluripare Kühe die gleiche Produktionseffizienz haben (DeVRIES, 2011).

#### **4.1.5. Einfluss von Krankheiten auf das Fressverhalten**

GONZALES et al. (2008) untersuchten das Fressverhalten von kranken Kühen. Eine Ketose führte zu einem schnellen Rückgang der Futteraufnahme schon 3 bis 5 Tage vor Erkennung der Erkrankung durch das Stallpersonal. Akute Lahmheiten

föhrten nur zu einer geringen Verminderung der aufgenommenen Futtermenge, jedoch schon 7 bis 8 Tage vor der klinischen Diagnose zu einer starken Reduktion der Fressdauer und der Anzahl Fressperioden. Bei einer subakuten Pansenazidose zeigten die Kühe keine konstante Futteraufnahme (NOCEK, 1997). Bei Kühen mit Endometritis kurz nach dem Abkalben war die Fressdauer vermindert (URTON et al., 2005) und bei solchen mit akuten Mastitiden war die Futteraufnahme insgesamt reduziert (YEISER et al., 2012).

#### **4.2. Wiederkauen**

Das Wiederkauen dient hauptsächlich der weiteren Zerkleinerung der Futterpartikel für die weitere Passage im Magendarmtrakt (WELCH, 1982) und der Einspeichelung (BEAUCHEMIN, 1991). Zudem wird durch das Wiederkauen die Oberfläche vergrössert, so dass die mikrobielle Fermentation besser und effizienter stattfinden kann (RUSSEL und RYCHLIK, 2001). Die Reizung der Pansenschleimhaut durch lange Futterpartikel und die Dehnung des Pansens lösen das Wiederkauen aus (BEAUCHEMIN, 1991). WELCH und SMITH (1975) beschrieben die physikalische Form des Futters als Hauptauslöser des Wiederkauakts. Wenn Wiederkauen und Fressen in direkter Konkurrenz stehen, wird das Fressen vorgezogen (METZ, 1975). Die Wiederkaudauer beträgt zwischen 2 und 10 Stunden pro Tag (BEAUCHEMIN, 1991) (Tab. 2). Pro kg Trockenmasse wird 25 bis 80 Minuten wiedergekaut (SJAASTAD et al., 2003). Pro Tag erfolgen 4 bis 24 Wiederkauperioden, welche zwischen 10 und 60 Minuten dauern (ROSENBERGER et al., 1990). Insgesamt werden pro Tag 360 bis 790 Boli wiedergekaut (GÜRTLER, 1974). Die Anzahl Kauschläge pro Bolus ist eine relativ konstante Grösse; sie wird jedoch bei steigendem Fasergehalt des Futters ebenfalls erhöht (BEAUCHEMIN, 1991).

Tab. 2: Wiederkauparameter bei Kühen

Autoren	Wiederkaudauer (Minuten)	Anzahl Boli	Anzahl Kauschläge pro Bolus
FREER und CAMPLING (1964)	459 – 621	-	-
GÜRTLER (1974)	-	360 - 790	-
METZ (1975)	464 - 579 (511)	-	-
PORZIG und SAMBRAUS (1991)	240 – 540	-	40-70
BEAUCHEMIN (1991)	300 - 540	-	-
DADO und ALLEN (1994)	457	-	-
SCHLEISNER et al. (1999)	462	-	-
MAEKAWA et al. (2002)	498 – 584	-	-
KONONOFF et al. (2003)	413 - 454	-	-
TRÖSCH (2013)	441 - 479	-	-

#### 4.2.1. Zirkadianer Rhythmus und Wiederkauen

Das Wiederkauen findet vor allem im Liegen statt. Es kann jedoch auch im Stehen, im Gehen oder während anderer Aktivitäten wie der Körperpflege oder dem Kot- und Harnabsatz auftreten (BEAUCHEMIN, 1991). Kühe zeigen vor allem in der Nacht eine hohe Wiederkauaktivität (YANG und BEAUCHEMIN, 2007; DeVRIES, 2009; SCHIRMANN et al., 2012). Die Zeiten für Liegen und Wiederkauen korrelieren positiv miteinander (SCHIRMANN et al., 2012).

#### 4.2.2. Einflussfaktoren auf das Wiederkauverhalten

Zahlreiche Faktoren beeinflussen das Wiederkauverhalten (DeBOEVER et al., 1990). So spielen die Fütterung, das Tier selbst und die Umweltbedingungen eine grosse Rolle. Tierindividuelle Unterschiede bestehen im Körpergewicht, der Pansengrösse, dem Produktionspotential und der Kaueffizienz (BEAUCHEMIN,

1991). Kühe im Östrus zeigen eine um 17 % verminderte Wiederkauaktivität zu Gunsten einer höheren Bewegungsaktivität (REITH und HOY, 2012). Bei primiparen Kühen ist dieser Effekt deutlicher sichtbar als bei pluriparen. Die Schwankungen sind jedoch stark tierindividuell. Die Umwelt und das Management spielen vor allem in Laufställen eine wichtige Rolle. So kann eine Überbelegung zu einer verkürzten Wiederkaudauer führen (BATCHELDER, 2000). Da die Kühe meist im Liegen wiederkauen (SCHIRMANN et al., 2012), spielt auch die Liegeflächenbeschaffenheit eine grosse Rolle (CHAPLIN et al., 2000). Die Einflussfaktoren im Zusammenhang mit dem Futter, dessen Zusammensetzung und Struktur sind am besten erfasst. Die Ergebnisse sind jedoch nicht immer einheitlich. Die Länge der Futterpartikel ist ein wichtiger Punkt, da zu lange Partikel im Magendarmtrakt nicht weitertransportiert werden. Jedoch stimulieren lange Fasern die Kauaktivität besser und führen so zu mehr Speichelfluss, was das Risiko einer Pansenazidose senkt (KRAUSE et al., 2002; YANSARI et al., 2004). Futter mit kürzeren Futterpartikeln führt zu kürzeren Wiederkauzeiten (YANSARI et al., 2004; YANG und BEAUCHEMIN, 2006; ADIN et al., 2009). SUAREZ-MENA et al. (2012) konnten bei verschiedenen Partikellängen keinen Unterschied in der Wiederkaudauer feststellen. YANG und BEAUCHEMIN (2006) beschrieben drei Möglichkeiten, wie Kühe auf längere Futterpartikel reagieren können: Zur Futterpartikelzerkleinerung kann die Fress- und Wiederkauzeit verlängert werden, die Kaurate kann erhöht werden oder alles zusammen wird erhöht. Die Partikellänge hat keinen Einfluss auf die Anzahl Boli pro Tag (GRANT et al., 1990). Die Partikelgrösse im Bolus hängt nicht von der Futterpartikellänge ab, da ein Futterpartikel eine bestimmte Grösse erreichen muss, damit er abgeschluckt werden kann (SCHADT et al., 2012). Werden Kühe restriktiv gefüttert, fressen sie schneller und schlucken grössere Futterpartikel ab. Dies führt zu einer längeren Wiederkaudauer (BEAUCHEMIN, 1991).

#### **4.2.3. Einfluss der Rasse auf das Wiederkauverhalten**

WELCH et al. (1970) beschrieben, dass Jersey-Kühe, basierend auf dem Vergleich des metabolischen Körpergewichts (Körpergewicht potenziert mit 0.75), pro kg Trockensubstanz länger wiederkauen als andere Kühe. AIKMAN et al. (2008) verglichen das Wiederkauverhalten von Jersey- und Holstein-Friesian-Kühen während der Laktation und der Galtzeit. Bei den Holstein-Friesian-Kühen war die Wiederkauzeit länger als bei den Jersey-Kühen. In Bezug auf die aufgenommene Menge an Trockensubstanz wiesen jedoch die Jersey-Kühe eine längere Wiederkauzeit auf. Dieser Unterschied zeigte sich auch bei der Anzahl Wiederkauboli. Die absolute Anzahl Boli der beiden Rassen unterschied sich nicht. Jedoch war die Boluszahl pro kg aufgenommene Trockensubstanz bei den Jersey-Kühen grösser als bei den Holstein-Friesian-Kühen.

#### **4.2.4. Einfluss der Anzahl Geburten auf das Wiederkauverhalten**

Bei pluriparen Kühen war die Wiederkaudauer länger als bei primiparen (560 vs. 508 Minuten,  $P < 0.05$ ) (MAEKAWA et al., 2002). Dieser Unterschied verschwand jedoch, wenn die Wiederkaudauer in Bezug auf die Anzahl kg aufgenommene Trockensubstanz bezogen wurde (MAEKAWA et al., 2002). BEAUCHEMIN et al. (1997) konnten keinen Unterschied in der Wiederkaudauer bei primi- und pluriparen Kühen feststellen.

#### **4.2.5. Einfluss von Krankheiten auf das Wiederkauverhalten**

Ein gewisses Wohlbefinden ist Voraussetzung für die Wiederkauaktivität (HILL, 1976; KASKE, 2005). Verschiedene Faktoren wie Stress (HERSKIN, 2004), Angst (BRISTOW und HOLMES, 2007) und Krankheiten (WELCH, 1982; HANSEN et al., 2003) verringern die Wiederkaudauer. Verschiedene Autoren beurteilten die Pansengesundheit an Hand der Prozent Kühe, welche zu einem bestimmten Zeitpunkt wiederkauten (EASTRIDGE, 2000; MAEKAWA et al., 2002; KRAUSE und OETZEL, 2006). Nach BEAUCHEMIN et al. (1991) ist die

Wiederkauzeit pro Einheit NDF (Neutral-Detergenz-Faser, Gerüstsubstanzen) bei einem tieferen Pansen-pH-Wert länger als bei einem höheren. Bei einer subakuten Pansenazidose verringert sich die Wiederkauzeit am Tag des Abfalls des Pansen-pH-Werts zuerst um bis 1.5 Stunden; sie erhöht sich in der Erholungsphase jedoch wieder um 40 Minuten (DeVRIES et al., 2009). Ein Abfall des pH-Werts unter 5.6 führt zum Sistieren des Wiederkauens (WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991). Bei akuten Mastitiden verkürzt sich die Wiederkauzeit innerhalb der ersten 24 Stunden (FOGSGAARD et al., 2012).

#### **4.3. Messmethoden zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität**

Es existieren verschiedene Methoden, um das Fress- und Wiederkauverhalten bei Kühen zu erfassen. Eine der einfachsten Methoden ist die Direktbeobachtung (METZ, 1975; KRAUSE et al., 1998; HAILU, 2003; COUDERC et al., 2006). Sie ist überall durchführbar, und die Verhaltensbeeinflussung durch den Beobachter ist als sehr gering einzustufen. Es ist jedoch keine Beurteilung von allfälligen Messfehlern möglich. Die Direktbeobachtung kann kontinuierlich oder per Scanning-Verfahren ausgeführt werden (GRANT et al., 1990; KRAUSE et al., 1998; MAEKAWA et al., 2002). Beim Scanning-Verfahren wird ein Zeitintervall ausgewählt, zum Beispiel alle 5 bis 15 Minuten, zu welchem das Verhalten des Tieres wieder neu beurteilt wird. Der Vorteil des Scanning-Verfahrens ist, dass mehrere Tiere gleichzeitig beobachtet werden können. Diese Methode stellt auch die meist angewendete Form der Direktbeobachtung dar (GRANT et al., 1990, KRAUSE et al., 1998; MAEKAWA et al., 2002; COUDERC et al., 2006). Der Nachteil ist die Grösse des Messfehlers, welche mit Zunahme der Intervalllänge zunimmt. Eine Weiterentwicklung ist die Überwachung per Videoaufnahme (LINDSTRÖM und REDBO, 2000). Hier besteht jedoch das Problem, dass das Verhalten der Kuh je nach Winkel der Kamera nicht immer eindeutig identifiziert werden kann (RUTTER et al., 1997).



Oft kommen auch automatisierte Methoden zum Einsatz, wie zum Beispiel pneumatische und hydraulische Messmethoden (DADO und ALLEN, 1993; DeBOEVER et al., 1993, SCHLEISNER et al., 1999; KASKE et al., 2002). Das Prinzip dieser Methoden besteht aus einem Plastikball oder einem Schlauch, welcher mit Wasser oder Luft gefüllt ist und unter dem Maul der Kuh befestigt wird. Die Maulöffnung beim Fressen und Wiederkauen führt zu einem Druck auf das Messsystem. Dieser wird mit einem Kabel zu einem Drucksensor weitergeleitet und auf einem Datenlogger gespeichert. Diese Systeme erweisen sich als sehr zuverlässig. Problematisch ist, dass das Tier mehr Kraft benötigt, um das Maul zu öffnen. Dies kann eventuell zu einer Verhaltensänderung führen. Zudem sind diese Systeme teuer und nur in Anbindehaltung anwendbar.

Eine weitere Methode beruht auf einem elektrischen Schalter (z. B. eine Krokodilklemme (LUGINBÜHL et al., 1987)), welcher durch die Kaubewegung der Kuh aktiviert wird (NAGEL et al., 1972; KENNEDY, 1985; LUGINBÜHL et al., 1987). Ein Plastikschauch verläuft unter dem Maul der Kuh und beim Öffnen des Mauls wird die Krokodilklemme durch Zug am Schlauch geöffnet und der Stromkreis wird unterbrochen. Aufgezeichnet werden der Schaltvorgang, die Dauer des Schaltvorgangs und die Dauer zwischen den einzelnen Schaltvorgängen. Das System ist einfach; es erlaubt jedoch nur quantitative Aussagen über die Kauschläge und keine weiteren Zusatzinformationen.

Auch elektrische Verformungssensoren können gebraucht werden, um die Fress- und Wiederkauaktivität zu messen (PENNING, 1983; BEAUCHEMIN, 1989; BEAUCHEMIN und YANG, 2005). Dabei werden Sensoren benutzt, welche ihre elektrischen Eigenschaften beim Verbiegen ändern, sogenannte Dehnungsmessstreifen (PENNING, 1983; BEAUCHEMIN, 1989; BEAUCHEMIN und YANG, 2005). Die Änderung dieser elektrischen Signale kann erfasst und aufgezeichnet werden. Die Messstreifen werden im Halfter integriert. Alle 2 Sekunden erfolgt eine Analyse der Signale. Die Wiederkauaktivität wird mit dieser Methode sehr gut erkannt. Schwierigkeiten bestehen bei der Erkennung der

Fressaktivitäten. Zudem sind die Messsicherheit und -genauigkeit stark von den Umgebungsbedingungen abhängig. Eine Anwendung in der Praxis ist nicht möglich.

Schon auf dem Markt etablierte Systeme sind akustische Sensoren (Vocal Tag, Hi-Tag, Rumin Act) (LINDGREN, 2009). Bei dieser Methode werden die Wiederkaugeräusche mit einem Mikrofon auf der Stirn oder am Hals aufgenommen (LACA und WALLISDEVRIES, 2000; LINDGREN, 2009). Mit diesem System ist jedoch nur das Wiederkauverhalten messbar. Problematisch ist auch das korrekte Platzieren des Mikrofons am Tier.

Ein ideales Messsystem sollte über mehrere Tage Daten sammeln und diese automatisch auswerten können. Das Tier darf dadurch in seinem Verhalten nicht gestört werden und muss sich frei bewegen können. Zudem sollte eine detaillierte Auskunft verschiedener Fress- und Wiederkauparameter möglich sein. Das neu entwickelte System der Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon ART in Zusammenarbeit mit der Firma MSR Electronics GmbH erfüllt die erwähnten Anforderungen (NYDEGGER et al., 2011a, b). Ein mit Öl gefüllter Schlauch wird ins Nasenband eines handelsüblichen Pferdehalfters integriert. Ein Drucksensor misst mit einer bestimmten Frequenz (10 Hertz, 20 Hertz) den Druck im Schlauch. Durch die Kieferbewegung wird der Schlauch mehr oder weniger gebogen, was Einfluss auf den Druck im Innern hat. Ein Logger, welcher seitlich am Halfter befestigt ist, zeichnet die Daten auf. Die Speicherkapazität genügt bei den neu entwickelten Modellen für Messungen von bis zu 14 Tagen. Die Daten werden mit einem USB-Kabel oder einer Mini SD-Karte direkt auf den PC übertragen. Mit der MSR-Software können die Druckverläufe dargestellt und automatisch ausgewertet werden. TRÖSCH (2013) konnte bei 10 Kühen eine sehr hohe Übereinstimmung der während 24 Stunden aufgezeichneten Daten mit den Direktbeobachtungen in dieser Zeit feststellen.

## **5. MATERIAL UND METHODIK**

### **5.1. Untersuchte Tiergruppen**

Die Untersuchungen wurden während zwei Winterfütterungsperioden (1. 11. 2011 bis 5. 4. 2012 und 1. 11. 2012 bis 30. 2. 2013) durchgeführt. Als Untersuchungstiere dienten für den Versuch A je 100 Kühe der Rassen Schweizer Braunvieh, Holstein Friesian und Schweizer Fleckvieh (Gruppe A). Für den Versuch B standen 10 Kühe der Schweizer Braunviehrasse zur Verfügung (Gruppe B).

#### **5.1.1. Fressen und Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

##### **(Versuch A)**

Im Versuch A wurden das Fress- und Wiederkauverhalten von 300 Kühen verschiedener Rassen (je 100 Kühe der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh) während 24 Stunden untersucht. Das Ziel war es, Normalwerte für die drei Rassen zu ermitteln und abzuklären, ob sich die Fress- und Wiederkauparameter der drei Rassen unterscheiden und ob diese durch das Alter der Tiere beeinflusst werden. Die Tiere waren 2 bis 6 Jahre alt ( $3.6 \pm 1.35$  Jahre). Die Milchleistung lag zwischen 25 und 45 kg ( $31.5 \pm 6.97$  kg) pro Tag. Alle Tiere waren 4 bis 20 Wochen ( $10.6 \pm 5.04$  Wochen) post partum. Die Tiere waren laut Besitzer zum Zeitpunkt der Untersuchungen seit mindestens 30 Tagen gesund und waren in dieser Zeit nicht mit Medikamenten behandelt worden.

##### **5.1.1.1. Altersgruppen**

Es wurden 2 Altersgruppen à je 150 Tiere gebildet, wobei jede Rasse pro Altersgruppe 50 Tiere beisteuerte (Tab. 3). Die Tiere der Gruppe 1 waren 2 bis 4 Jahre ( $2.5 \pm 0.50$  Jahre) und diejenigen der Gruppe 2 4.1 bis 6 Jahre alt ( $4.8 \pm 0.79$  Jahre). Die jüngeren Tiere (Gruppe 1) wiesen eine Milchleistung von  $29.7 \pm 5.53$  kg pro Tag auf und waren  $10.1 \pm 4.75$  Wochen post partum. Bei den älteren Tieren (Gruppe 2) betrug die tägliche Milchleistung  $33.4 \pm 7.41$  kg. Diese Kühe hatten vor  $11.1 \pm 5.25$  Wochen gekalbt.

Tab. 3: Alter, Milchleistung und Anzahl Wochen post partum der verschiedenen Rassen und Altersgruppen

Rasse	Gruppe	Alter (Jahre) $\bar{x} \pm s$	Milchleistung (kg/Tag) $\bar{x} \pm s$	Anzahl Wochen post partum $\bar{x} \pm s$
Braunvieh (n = 100)	Jungkühe	$2.5 \pm 0.50$	$27.4 \pm 2.86$	$8.4 \pm 3.53$
	Ältere Kühe	$4.8 \pm 0.88$	$30.3 \pm 5.01$	$10.0 \pm 4.54$
	Alle Kühe	$3.6 \pm 1.35$	$28.8 \pm 4.27$	$9.2 \pm 4.14$
Holstein Friesian (n = 100)	Jungkühe	$2.5 \pm 0.50$	$32.8 \pm 7.13$	$10.8 \pm 4.75$
	Ältere Kühe	$4.9 \pm 0.77$	$36.0 \pm 9.05$	$13.2 \pm 5.67$
	Alle Kühe	$3.7 \pm 1.36$	$34.4 \pm 8.31$	$12.0 \pm 5.37$
Fleckvieh (n = 100)	Jungkühe	$2.4 \pm 0.49$	$29.0 \pm 4.29$	$11.1 \pm 5.33$
	Ältere Kühe	$4.7 \pm 0.78$	$33.8 \pm 6.41$	$10.2 \pm 4.85$
	Alle Kühe	$3.6 \pm 1.33$	$31.4 \pm 5.96$	$10.7 \pm 5.11$
Alle Jungkühe (n = 150)		$2.5 \pm 0.50$	$29.7 \pm 5.53$	$10.1 \pm 4.75$
Alle älteren Kühe (n = 150)		$4.8 \pm 0.79$	$33.4 \pm 7.41$	$11.1 \pm 5.25$
Alle Kühe (n = 300)		$3.6 \pm 1.35$	$31.5 \pm 6.79$	$10.6 \pm 5.04$

### 5.1.2. Fress- und Wiederkauverhalten von 10 Kühen während 10 Tagen (Versuch B)

Die Untersuchungen dienten dazu, die Schwankungen des Fressverhaltens und der Wiederkauaktivität von 10 Kühen der Schweizer Braunviehrasse über 10 Tage zu erfassen. Die Kühe stammten aus 4 verschiedenen Betrieben und waren 2 bis 6 Jahre alt ( $4.4 \pm 1.45$  Jahre). Ihre Milchleistung betrug  $28.4 \pm 2.97$  kg pro Tag und die Kühe waren  $12.5 \pm 5.01$  Wochen post partum (Tab. 4).

Tab. 4: Alter, Anzahl Wochen post partum, Milchleistung in der letzten Laktation, aktuelle tägliche Milchleistung und Körpergewicht der 10 Braunviehkühe

Kuh	Alter	Anzahl Wochen post partum	Milchleistung letzte Laktation (kg)	Aktuelle Milchleistung pro Tag (kg)	Körpergewicht (kg)
1	2.6	11.5	EL	26.0	610
2	2.3	6.0	EL	25.2	580
3	2.6	11.5	EL	30.0	600
4	4.5	17.0	5'578	27.6	620
5	6.0	15.5	6'686	28.2	650
6	5.5	6.0	6'714	35.5	770
7	5.7	12.5	8'292	31.0	680
8	4.9	20.0	6'446	26.4	660
9	4.3	5.5	4'931	25.9	710
10	5.9	18.0	6'106	27.9	720

EL Erste Laktation

## 5.2. Haltung und Fütterung

### 5.2.1. Betriebe

Die Kühe stammten aus insgesamt 41 Milchwirtschaftsbetrieben, nämlich 9 Braunvieh-, 9 Holstein-Friesian- und 8 Fleckviehbetrieben sowie aus 15 Betrieben mit 2 oder mehr Rassen. Die Braunviehkühe wurden in 17 Betrieben, die Holstein-Friesian-Kühe in 19 Betrieben und die Fleckviehkühe in 21 Betrieben untersucht. 10 Betriebe lagen im Raum linkes Zürichseeufer, 1 Betrieb im Bezirk Pfäffikon (Kanton Zürich), 13 Betriebe im Bezirk Säuliamt und 17 Betriebe im Kanton Zug.

### **5.2.2. Haltung**

Alle Tiere wurden in Anbindehaltung mit Stroh- oder Sägespäneinstreu gehalten. An den Untersuchungstagen wurde ihnen kein Auslauf in den Laufhof gewährt. Darüberhinaus hatten alle Tiere freien Zugang zu Wasser mit Selbsttränkebecken. Die Kühe wurden zwei Mal täglich zu den betriebsüblichen Zeiten gemolken.

### **5.2.3. Fütterung**

Die Fütterung basierte in allen Betrieben auf Silage (Gras-, Maissilage), Heu/Emd und Kraftfutter (leistungsabhängig). Mit Ausnahme des Kraftfutters wurde das Futter auf allen Betrieben selbst produziert. Es war nicht möglich, zu bestimmen, wie viel Kilogramm Futter jedes Einzeltier am Tag der Messung aufnahm. Deshalb wurde von einer Analyse der Futterration abgesehen. Den Tieren wurde zweimal täglich zu den in den Betrieben üblichen Zeiten die Futterkrippe gereinigt und mit frischem Futter gefüllt. Das Futter wurde den Tieren über den Tag so nachgereicht, dass ein ständiges Futterangebot vorhanden war.

## **5.3. Methodik**

### **5.3.1. Vorgehen**

Jeder Kuh wurde ein Pferdehalfter angelegt, welches im Nasenband einen Sensor zur Erfassung der Kieferbewegungen beim Fressen und Wiederkauen enthielt (MSR Electronics GmbH, Seuzach). Die Kühe wurden jeweils am Vorabend der Messperiode mit dem Halfter versehen, um sie daran zu gewöhnen. Die Messungen starteten jeweils um 9 Uhr und dauerten im Versuch A 24 Stunden. Im Anschluss an die Messperiode wurde das Halfter entfernt und die Daten wurden via USB-Schnittstelle oder Auslesen der SD-Karte auf den Computer übertragen und ausgewertet. Bei den im Versuch B verwendeten Kühen dauerte die Messperiode 10 Tage.

### **5.3.2. Drucksensor und Datenlogger**

Der Drucksensor zur Erfassung von Fressen und Wiederkauen war im Nasenband eines handelsüblichen Pferdehalfters integriert. Er befand sich in einem mit Öl gefüllten Silikonschlauch und registrierte auf diese Weise die beim Öffnen des Kiefers entstehenden Druckunterschiede. Beim Sensor handelte es sich um einen 9 x 9 mm grossen piezoresistiven Drucksensor. Die von ihm registrierten Druckunterschiede wurden auf einem Datenlogger mit einer Frequenz von 10 Hertz gespeichert. Dies entsprach 10 Druckmessungen pro Sekunde. Für die 24-Stunden-Untersuchungen wurden Datenlogger mit einer Speicherkapazität von 2 Millionen Messwerten verwendet. Bei den zehntägigen Untersuchungen kamen neu entwickelte Datenlogger mit einer SD-Karte zum Einsatz, welche eine Speicherkapazität von über 1 Milliarde Messwerten aufwiesen. Die Daten wurden nach der Messung via USB-Schnittstelle oder direkt durch Auslesen der SD-Karte auf einen PC übertragen. Das Laden des Akkus und die Programmierung erfolgten bei beiden Modellen über die USB-Schnittstelle. Die Auswertung der Daten wurde mit Hilfe der MSR-PC-Software (MSR Electronics GmbH, Seuzach) durchgeführt. Die ausgelesenen Daten lagen dabei als MSR-Datei vor und konnten mit Hilfe des Grafikprogramms MSR-Viewer betrachtet werden.

### **5.3.3. Auswertung**

In den vom Datenlogger auf den PC überspielten Ergebnissen wurden für jede Kuh die folgenden Parameter ausgewertet:

- Gesamtdauer der Fress- und Wiederkauphasen pro Tag
- Anzahl Wiederkauboli pro Tag
- Durchschnittliche Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus pro Tag
- Anzahl Kauschläge während des Fressens pro Tag.

#### **5.4. Statistik**

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Standardabweichungen und Häufigkeitsverteilungen erfolgten mit Hilfe des Programms STATA 12 (StataCorp LP, College Station, Texas, USA, 2011). Die Normalverteilung der Daten wurde mit Hilfe des Wilk-Shapiro-Tests überprüft. Um zu überprüfen, ob signifikante Unterschiede bestanden, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Die zu vergleichenden Gruppen wurden mit dem Bonferroni-Test getestet. Die Signifikanzgrenzen wurden mit  $P < 0.05$  gewählt. Verschiedene Einflussfaktoren wurden auf eine lineare Abhängigkeit zu den gemessenen Werten überprüft. Danach wurden die zu vergleichenden Gruppen unter Ausschluss der einflussnehmenden Faktoren erneut mittels Varianzanalyse (ANOVA) überprüft.

#### **5.5. Beteiligte Institutionen und Personen**

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren beteiligt:

- Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. U. Braun): Konzept, Planung und Realisierung der Dissertation
- Firma MSR Electronics GmbH (Werner und Erwin Egli): Entwicklung des Systems zur Erfassung von Fressen und Wiederkauen, Hilfe beim Auslesen und Auswerten der Daten, Problemlösungen
- Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin (Prof. Dr. M. Hässig): Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse
- 41 Landwirte aus dem Kundenstamm der Praxen Dr. med. vet. D. Hotz und Dres. med. vet. M. Schnewlin und D. Cantieni sowie aus dem persönlichen Bekanntenkreis.

#### **5.6. Tierversuchsbewilligung**

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung (96/2011) des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor.



## **6. ERGEBNISSE**

### **6.1. Fressen und Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

#### **6.1.1. Fressen bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

##### **6.1.1.1. Fressdauer**

Die gesamte Fressdauer der 300 Kühe lag zwischen 211 und 319 Minuten ( $265.4 \pm 53.96$  Minuten) (Tab. 5).

#### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Fressdauer zwischen 226 und 338 Minuten ( $282.0 \pm 55.69$  Minuten), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 206 und 307 Minuten ( $256.3 \pm 50.48$  Minuten) und bei den Fleckviehkühen zwischen 207 und 309 Minuten ( $257.8 \pm 50.84$  Minuten) (Tab. 5). Die Fressdauer der Braunviehkühe war signifikant länger ( $P < 0.01$ ) als diejenige der beiden anderen Rassen, welche sich nicht signifikant unterschieden.

#### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe war die Fressdauer bei den 2- bis 4-jährigen Kühen mit Werten zwischen 203 und 303 Minuten ( $253.0 \pm 50.35$  Minuten) signifikant kürzer ( $P < 0.01$ ) als bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen mit einer Fressdauer zwischen 223 und 332 Minuten ( $277.8 \pm 54.59$  Minuten) (Tab. 5).

#### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war nur bei den Fleckviehkühen ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen zu beobachten. Die Kühe der jüngeren Gruppe wiesen mit Werten zwischen 195 und 283 Minuten ( $239.3 \pm 43.89$  Minuten) eine signifikant kürzere Fressdauer auf als diejenigen der älteren Gruppe (225 – 327 Minuten,  $276.4 \pm 51.04$  Minuten) (Tab. 5,  $P < 0.01$ ). Im Weiteren war die Fressdauer der älteren Braunviehkühe ( $292.8 \pm 55.38$  Minuten) signifikant länger als diejenige der jungen Holstein-Friesian-Kühe ( $248.4 \pm 46.56$

Tab. 5: Fressdauer in Minuten pro 24 Stunden (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern) bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	282.0 $\pm$ 55.69 <sup>1</sup> (226 – 338)	271.3 $\pm$ 54.48 (217 – 326)	292.8 $\pm$ 55.38 (237 – 348)
Holstein Friesian (n = 100)	256.3 $\pm$ 50.48 (206 – 307)	248.4 $\pm$ 46.56 (202 – 295)	264.1 $\pm$ 53.43 (211 – 318)
Fleckvieh (n = 100)	257.8 $\pm$ 50.84 (207 – 309)	239.3 $\pm$ 43.89 (195 – 283)	276.4 $\pm$ 51.04 (225 – 327)
Insgesamt (n = 300)	265.4 $\pm$ 53.96 (211 – 319)	253.0 $\pm$ 50.35 <sup>2</sup> (203 – 303)	277.8 $\pm$ 54.59 (223 – 332)

<sup>1</sup> Differenz zu den anderen beiden Rassen  $P < 0.01$

<sup>2</sup> Differenz zu den 4.1- bis 6-jährigen Kühen  $P < 0.01$

Minuten) und der Fleckviehkühe ( $239.3 \pm 43.89$  Minuten) ( $P < 0.01$ ). Die Fressdauer der jüngeren Braunviehkühe ( $271.3 \pm 54.48$  Minuten) war signifikant länger ( $P < 0.05$ ) als diejenige der jungen Fleckviehkühe ( $239.3 \pm 43.89$  Minuten) (Tab. 5).

#### **6.1.1.2. Anzahl Kauschläge beim Fressen**

Die Anzahl Kauschläge während des Fressens der 300 Kühe lag zwischen 13'431 und 20'722 ( $17'077 \pm 3'646$ ) (Tab. 6).

#### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Anzahl Kauschläge zwischen 14'290 und 21'950 ( $18'120 \pm 3'830$ ), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 12'994 und 20'050 ( $16'522 \pm 3'528$ ) und bei den Fleckviehkühen zwischen 13'252 und 19'923 ( $16'588 \pm 3'335$ ) (Tab. 6). Die Anzahl Kauschläge der Braunviehkühe war signifikant höher ( $P < 0.01$ ) als diejenige der beiden anderen Rassen, welche sich nicht signifikant unterschieden.

#### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe war die Anzahl Kauschläge bei den 2- bis 4-jährigen Kühen mit Werten zwischen 12'943 und 20'106 ( $16'525 \pm 3'582$ ) signifikant tiefer ( $P < 0.01$ ) als bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen mit 14'003 bis 21'254 ( $17'628 \pm 3'626$ ) Kauschlägen (Tab. 6).

#### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen zu beobachten. Die Anzahl Kauschläge der älteren Braunviehkühe ( $18'647 \pm 3'728$ ) war signifikant höher als diejenige der jungen Holstein-Friesian-Kühe ( $16'204 \pm 3'462$ ) und der Fleckviehkühe ( $15'804 \pm 3'158$ ) (Tab. 6,  $P < 0.01$ ).

Tab. 6: Anzahl Kauschläge beim Fressen pro 24 Stunden (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern) bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	18'120 $\pm$ 3'830 <sup>1</sup> (14'290 – 21'950)	17'566 $\pm$ 3'850 (13'716 – 21'416)	18'674 $\pm$ 3'728 (14'946 – 22'402)
Holstein Friesian (n = 100)	16'522 $\pm$ 3'528 (12'994 – 20'050)	16'204 $\pm$ 3'462 (12'742 – 19'667)	16'840 $\pm$ 3'564 (13'276 – 20'404)
Fleckvieh (n = 100)	16'588 $\pm$ 3'335 (13'252 – 19'923)	15'804 $\pm$ 3'158 (12'646 – 18'961)	17'372 $\pm$ 3'324 (14'047 – 20'696)
Insgesamt (n = 300)	17'077 $\pm$ 3'646 (13'431 – 20'722)	16'525 $\pm$ 3'582 <sup>2</sup> (12'943 – 20'106)	17'628 $\pm$ 3'626 (14'003 – 21'254)

<sup>1</sup> Differenz zu den anderen beiden Rassen  $P < 0.01$

<sup>2</sup> Differenz zu den 4.1- bis 6-jährigen Kühen  $P < 0.01$

### **6.1.1.3. Anzahl Kauschläge pro Stunde beim Fressen**

Die Anzahl Kauschläge pro Stunde während des Fressens der 300 Kühe lag zwischen 3'862 und 4'125 ( $3'598 \pm 264$ ) (Tab. 7).

### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Anzahl Kauschläge pro Stunde zwischen 3'570 und 4'139 ( $3'854 \pm 284$  Kauschläge pro Stunde), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 3'663 und 4'092 ( $3'862 \pm 229$  Kauschläge pro Stunde) und bei den Fleckviehkühen zwischen 3'591 und 4'145 ( $3'868 \pm 277$  Kauschläge pro Stunde) (Tab. 7). Die Anzahl Kauschläge pro Stunde unterschied sich zwischen den drei Rassen nicht signifikant.

### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe war die Anzahl Kauschläge pro Stunde bei den 2- bis 4-jährigen Kühen mit Werten zwischen 3'666 und 4'158 ( $3'912 \pm 246$  Kauschläge pro Stunde) signifikant höher ( $P < 0.01$ ) als bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen mit 3'539 bis 4'083 ( $3'811 \pm 272$  Kauschläge pro Stunde) Kauschlägen (Tab. 7).

### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war nur bei den Fleckviehkühen ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen zu beobachten. Die Anzahl Kauschläge pro Stunde der älteren Fleckviehkühe ( $3'779 \pm 299$  Kauschläge pro Stunde) war signifikant tiefer ( $P < 0.01$ ) als diejenige der jungen Fleckviehkühe ( $3'957 \pm 221$  Kauschläge pro Stunde) (Tab. 7).

Tab. 7: Anzahl Kauschläge pro Stunde Fressdauer (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern) bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	3'854 $\pm$ 284 (3'570 – 4'139)	3'878 $\pm$ 253 (3'625 – 4'131)	3'830 $\pm$ 313 (3'517 – 4'143)
Holstein Friesian (n = 100)	3'862 $\pm$ 229 (3'633 – 4'092)	3'901 $\pm$ 259 (3'642 – 4'160)	3'824 $\pm$ 190 (3'633 – 4'014)
Fleckvieh (n = 100)	3'868 $\pm$ 277 (3'591 – 4'145)	3'957 $\pm$ 221 <sup>2</sup> (3'736 – 4'178)	3'779 $\pm$ 299 (3'480 – 4'078)
Insgesamt (n = 300)	3'862 $\pm$ 264 (3'598 – 4'125)	3'912 $\pm$ 246 <sup>2</sup> (3'666 – 4'158)	3'811 $\pm$ 272 (3'539 – 4'083)

<sup>1</sup> Differenz zu den anderen beiden Rassen  $P < 0.01$

<sup>2</sup> Differenz zu den 4.1- bis 6-jährigen Kühen  $P < 0.01$

## **6.1.2. Wiederkauen bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

### **6.1.2.1. Wiederkaudauer**

Die gesamte Wiederkaudauer der 300 Kühe lag zwischen 370 und 511 Minuten ( $440.8 \pm 70.53$  Minuten) (Tab. 8).

### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Wiederkaudauer zwischen 341 und 469 Minuten ( $404.6 \pm 64.10$  Minuten), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 385 und 530 Minuten ( $457.7 \pm 72.68$  Minuten) und bei den Fleckviehkühen zwischen 400 und 520 Minuten ( $460.1 \pm 59.75$  Minuten) (Tab. 8). Die Wiederkaudauer der Braunviehkühe war signifikant kürzer ( $P < 0.01$ ) als diejenige der beiden anderen Rassen, welche sich nicht signifikant unterschieden.

### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe lag die Wiederkaudauer bei den 2- bis 4-jährigen Kühen zwischen 373 und 509 Minuten ( $441.1 \pm 68.43$  Minuten) und bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen zwischen 368 und 513 Minuten ( $440.4 \pm 72.57$  Minuten) (Tab. 8). Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen.

### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen zu beobachten. Die Wiederkaudauer der jungen Braunviehkühe ( $408.7 \pm 53.29$  Minuten) und der älteren Braunviehkühe ( $400.6 \pm 73.12$  Minuten) war signifikant kürzer als diejenige der jungen Holstein-Friesian-Kühe ( $452.6 \pm 76.61$  Minuten), der älteren Holstein-Friesian-Kühe ( $462.7 \pm 68.16$  Minuten), der jungen Fleckviehkühe ( $462.1 \pm 60.95$  Minuten) und der älteren Fleckviehkühe ( $458.0 \pm 58.46$  Minuten) (Tab. 8,  $P < 0.01$ ).

Tab. 8: Wiederkaudauer in Minuten pro 24 Stunden (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern) bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	404.6 $\pm$ 64.10 <sup>1</sup> (341 – 469)	408.7 $\pm$ 53.29 (355 - 462)	400.6 $\pm$ 73.12 (328 – 474)
Holstein Friesian (n = 100)	457.7 $\pm$ 72.68 (385 - 530)	452.6 $\pm$ 76.61 (376 - 529)	462.7 $\pm$ 68.16 (395 - 531)
Fleckvieh (n = 100)	460.1 $\pm$ 59.75 (400 - 520)	462.1 $\pm$ 60.95 (401 - 523)	458.0 $\pm$ 58.46 (400 - 517)
Insgesamt (n = 300)	440.8 $\pm$ 70.53 (370 - 511)	441.1 $\pm$ 68.43 (373 – 509)	440.4 $\pm$ 72.57 (368 - 513)

<sup>1</sup> Differenz zu den anderen beiden Rassen  $P < 0.01$



### **6.1.2.2. Anzahl Wiederkauboli**

Die Anzahl Wiederkauboli der 300 Kühe lag pro Tag zwischen 484 und 672 ( $578.2 \pm 94.23$ ) (Tab. 9).

### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Anzahl Wiederkauboli zwischen 448 und 597 ( $522.1 \pm 74.50$ ), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 508 und 669 ( $588.5 \pm 80.53$ ) und bei den Fleckviehkühen zwischen 528 und 720 ( $624.1 \pm 96.13$ ) (Tab. 9). Die drei Rassen unterschieden sich in Bezug auf die Anzahl Wiederkauboli pro Tag signifikant ( $P < 0.01$ ).

### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe lag die Anzahl Wiederkauboli bei den 2- bis 4-jährigen Kühen zwischen 487 und 685 ( $586.2 \pm 99.23$ ) und bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen zwischen 482 und 658 ( $570.3 \pm 88.23$ ) (Tab. 9). Die beiden Altersgruppen unterschieden sich in Bezug auf die Anzahl Wiederkauboli nicht signifikant.

### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen der jeweiligen Rasse zu beobachten. Die Anzahl Wiederkauboli der älteren Braunviehkühe ( $501.6 \pm 73.51$ ) war signifikant tiefer als diejenige der jungen Holstein-Friesian-Kühe ( $590.5 \pm 87.17$ ), der älteren Holstein-Friesian-Kühe ( $586.5 \pm 73.11$ ), der jungen Fleckviehkühe ( $635.2 \pm 84.35$ ) und der älteren Fleckviehkühe ( $622.7 \pm 69.88$ ) (Tab. 9,  $P < 0.01$ ). Im Weiteren war die Anzahl Wiederkauboli der jungen Braunviehkühe ( $542.5 \pm 69.71$ ) signifikant niedriger als diejenige der jungen Fleckviehkühe ( $635.2 \pm 84.35$ ) und der älteren Fleckviehkühe ( $622.7 \pm 69.88$ ) ( $P < 0.01$ ).

Tab. 9: Anzahl Wiederkauboli pro 24 Stunden (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern) bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	522.1 $\pm$ 74.50 <sup>1</sup> (448 – 597)	542.5 $\pm$ 69.71 (473 – 612)	501.6 $\pm$ 73.51 (428 – 757)
Holstein Friesian (n = 100)	588.5 $\pm$ 80.53 <sup>1</sup> (508 – 669)	590.5 $\pm$ 87.17 (503 – 678)	586.5 $\pm$ 73.11 (513 – 660)
Fleckvieh (n = 100)	624.1 $\pm$ 96.13 <sup>1</sup> (528 – 720)	635.2 $\pm$ 84.35 (551 – 720)	622.7 $\pm$ 69.88 (553 – 693)
Insgesamt (n = 300)	578.2 $\pm$ 94.23 (484 – 672)	586.2 $\pm$ 99.23 (487 – 685)	570.3 $\pm$ 88.23 (482 – 658)

<sup>1</sup> Differenz zwischen allen drei Rassen  $P < 0.01$

### **6.1.2.3. Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus**

Die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus der 300 Kühe lag zwischen 45 und 65 ( $54.7 \pm 9.81$ ) (Tab. 10).

#### **Vergleich der Rassen**

Bei den Braunviehkühen lag die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus zwischen 46 und 64 ( $55.3 \pm 9.01$ ), bei den Holstein-Friesian-Kühen zwischen 45 und 67 ( $56.0 \pm 10.81$ ) und bei den Fleckviehkühen zwischen 45 und 62 ( $53.4 \pm 8.71$ ) (Tab. 10). Die drei Rassen unterschieden sich in Bezug auf die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus nicht signifikant.

#### **Vergleich der Altersgruppen**

Bezogen auf alle 300 Kühe lag die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus bei den 2- bis 4-jährigen Kühen zwischen 46 und 66 ( $56.0 \pm 10.46$ ) und bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen zwischen 45 und 62 ( $53.8 \pm 8.55$ ) (Tab. 10). Die beiden Altersgruppen unterschieden sich nicht signifikant.

#### **Vergleich der Rassen- und Altersgruppen**

Bezogen auf die 3 Rassen war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen zu beobachten. Zwischen allen Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied (Tab. 10).

Tab. 10: Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen, Schwankungsbreiten in Klammern)  
bei 300 Kühen der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh

Rasse	Gruppen		
	Alle Kühe (100 pro Rasse)	2- bis 4-jährige Kühe (50 pro Rasse)	4.1- bis 6-jährige Kühe (50 pro Rasse)
Braunvieh (n = 100)	55.3 $\pm$ 9.01 (46 – 64)	55.8 $\pm$ 8.83 (47 – 65)	54.7 $\pm$ 9.16 (46 – 64)
Holstein Friesian (n = 100)	56.0 $\pm$ 10.81 (45 – 67)	57.1 $\pm$ 12.80 (44 – 70)	55.0 $\pm$ 8.22 (47 – 63)
Fleckvieh (n = 100)	53.4 $\pm$ 8.71 (45 – 62)	55.2 $\pm$ 9.19 (46 – 64)	51.6 $\pm$ 7.81 (44 – 59)
Insgesamt (n = 300)	54.7 $\pm$ 9.81 (45 – 65)	56.0 $\pm$ 10.46 (46 – 66)	53.8 $\pm$ 8.55 (45 – 62)

### **6.1.3. Beziehungen zwischen Milchleistung, Anzahl Wochen post partum, Alter und Fress- und Wiederkauparametern**

Es bestanden mehrere signifikante Korrelationen zwischen den Fress- und Wiederkauparametern (Tab. 11). Die grössten Korrelationskoeffizienten wurden zwischen der Fressdauer und der Anzahl Kauschläge pro Tag ( $r = 0.94$ ,  $P < 0.01$ ), zwischen der Wiederkaudauer und der Anzahl Wiederkauboli pro Tag ( $r = 0.53$ ,  $P < 0.01$ ) und zwischen der Wiederkaudauer und der Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus ( $r = 0.56$ ,  $P < 0.01$ ) ermittelt.

Signifikante, aber äusserst schwache Korrelationen bestanden zwischen dem Alter und der Fressdauer ( $r = 0.16$ ,  $P < 0.05$ ) und dem Alter und der Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus ( $r = -0.12$ ,  $P < 0.05$ ). Zwischen der Milchleistung und der Wiederkaudauer bestand eine signifikante, sehr schwache Korrelation ( $r = 0.11$ ,  $P < 0.05$ ). Die übrigen Korrelationen waren nicht signifikant.

Tab. 11: Korrelationskoeffizienten r zwischen den verschiedenen Messparametern

Parameter	Fressdauer	Anzahl Kauschläge	Wiederkau- dauer	Anzahl Wieder- kauboli	Anzahl Kauschläge pro Wieder- kaubolus	Alter	Milch- leistung	Anzahl Wochen post partum
Fressdauer	1.00	0.94**	0.02	-0.18*	0.19**	0.16*	0.11	-0.03
Anzahl Kauschläge	0.94**	1.00	0.05	-0.17**	0.24**	0.09	0.03	-0.01
Wiederkaudauer	0.02	0.05	1.00	0.53**	0.56**	-0.01	0.11*	0.04
Anzahl Boli	-0.18*	-0.17**	0.53**	1.00	-0.27**	-0.11	0.05	0.02
Anzahl Kauschläge pro Bolus	0.19**	0.24**	0.56**	-0.27**	1.00	-0.12*	0.01	0.06
Alter	0.16*	0.09	-0.01	-0.11	-0.12*	1.00	0.28**	0.12*
Milchleistung	0.11	0.03	0.11*	0.05	0.01	0.28**	1.00	-0.06
Anzahl Wochen post partum	-0.03	-0.01	0.04	0.02	0.06	0.12*	-0.06	1.00

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

## **6.2. Fressen und Wiederkauen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen**

### **6.2.1. Fressen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen**

#### **6.2.1.1. Fressdauer**

Die durchschnittliche Fressdauer während den 10 Tagen lag zwischen 218.5 (Kuh 6) und 381.5 Minuten (Kuh 8) pro Tag (Tab. 12). Die mittlere Fressdauer der 10 Kühe über die 10 Tage betrug 316.2 Minuten pro Tag. Die Variationskoeffizienten lagen zwischen 4.7 (Kuh 4) und 18.1 % (Kuh 5), durchschnittlich bei 12.1 %.

#### **6.2.1.2. Anzahl Kauschläge beim Fressen**

Die durchschnittliche Anzahl Kauschläge beim Fressen lag über die 10 Tage zwischen 13'881 (Kuh 6) und 24'465 (Kuh 8) pro Tag (Tab. 13). Die mittlere Anzahl Kauschläge der 10 Kühe über die 10 Tage betrug 19'951 pro Tag. Die Variationskoeffizienten lagen zwischen 4.4 (Kuh 4) und 16.8 % (Kuh 9), durchschnittlich bei 12.7 %.

Tab. 12: Fressdauer (Minuten) bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen

Kuh	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10	$\bar{x} \pm s$	Variations- koeffizient (%)
1	403	337	329	378	372	282	343	256	434	347	$348.1 \pm 50.22$	14.4
2	311	330	293	362	359	343	236	326	294	215	$306.9 \pm 46.69$	15.2
3	293	310	304	291	290	250	322	273	277	259	$286.9 \pm 21.34$	7.4
4	375	393	388	394	336	354	384	363	380	366	$373.3 \pm 17.66$	4.7
5	205	271	274	295	350	271	376	251	240	354	$288.7 \pm 52.27$	18.1
6	184	254	249	215	182	193	214	211	258	225	$218.5 \pm 26.56$	12.2
7	440	311	275	353	296	317	319	288	301	278	$317.8 \pm 46.13$	14.5
8	327	386	411	488	409	328	415	350	368	333	$381.5 \pm 48.45$	12.7
9	214	287	316	359	323	266	311	334	320	313	$304.3 \pm 38.27$	12.6
10	356	351	390	303	309	336	355	330	291	-	$335.7 \pm 29.40$	8.8
Mittel- wert	310.8	323.0	322.9	343.8	322.6	294.0	327.5	298.2	316.3	298.9	$316.2 \pm 47.51$	12.1



Tab. 13: Anzahl Kauschläge beim Fressen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen

Kuh	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10	$\bar{x} \pm s$	Variations- koeffizient (%)
1	26'634	21'905	21'525	24'614	24'150	18'488	22'491	16'941	28'229	22'134	22'711 $\pm$ 3'242	14.2
2	20'914	22'008	19'557	24'324	24'288	23'156	16'191	22'770	19'939	14'488	20'764 $\pm$ 3'144	15.1
3	17'935	18'944	18'374	17'230	17'516	14'892	19'820	16'276	16'289	15'407	17'268 $\pm$ 1'487	8.6
4	21'763	22'721	22'382	23'069	19'681	20'924	22'410	21'153	21'813	21'372	21'729 $\pm$ 948	4.4
5	14'541	18'847	19'034	20'149	23'669	18'220	24'748	17'448	16'692	23'773	19'712 $\pm$ 3'196	16.2
6	11'561	16'188	15'431	13'693	11'554	12'671	14'063	13'335	16'170	14'146	13'881 $\pm$ 1'602	11.5
7	26'593	18'999	16'077	21'074	17'297	18'509	18'178	16'481	16'946	15'695	18'585 $\pm$ 3'067	16.5
8	20'818	24'643	26'371	32'667	26'044	21'137	26'403	22'497	23'152	20'919	24'465 $\pm$ 3'460	14.1
9	14'795	19'425	21'417	23'889	21'359	17'551	20'313	21'827	20'373	12'663	19'361 $\pm$ 3'252	16.8
10	22'949	21'005	24'495	19'092	19'366	21'365	22'234	20'877	17'932	-	21'035 $\pm$ 1'926	9.2
Mittel- wert	19'850	20'469	20'466	21'980	20'492	18'691	20'685	18'961	19'754	17'844	19'951 $\pm$ 2'968	12.7

## **6.2.2. Wiederkauen bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen**

### **6.2.2.1. Wiederkaudauer**

Die durchschnittliche Wiederkaudauer während den 10 Tagen lag zwischen 262.4 (Kuh 2) und 466.6 Minuten (Kuh 10) pro Tag (Tab. 14). Die mittlere Fressdauer der 10 Kühe über die 10 Tage betrug 367.7 Minuten pro Tag. Die Variationskoeffizienten lagen zwischen 3.2 (Kuh 10) und 16.3 % (Kuh 7), durchschnittlich bei 9.1 %.

### **6.2.2.2. Anzahl Wiederkauboli**

Die durchschnittliche Anzahl Wiederkauboli während den 10 Tagen lag zwischen 434.7 (Kuh 2) und 559.1 (Kuh 5) pro Tag (Tab. 15). Die mittlere Anzahl Wiederkauboli der 10 Kühe über die 10 Tage betrug 502.0. Die Variationskoeffizienten lagen zwischen 5.2 (Kuh 9) und 13.2 % (Kuh 5), durchschnittlich bei 8.4 %.

### **6.2.2.3. Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus**

Die durchschnittliche Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus während den 10 Tagen lag zwischen 38.4 (Kuh 6) und 59.7 (Kuh 1) (Tab. 16). Die mittlere Anzahl Kauschläge pro Bolus der 10 Kühe über die 10 Tage betrug 49.3. Die Variationskoeffizienten lagen zwischen 1.5 (Kuh 1) und 12.8 % (Kuh 2), durchschnittlich bei 5.9 %.

Tab. 14: Wiederkaudauer (Minuten) bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen

Kuh	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10	$\bar{x} \pm s$	Variations- koeffizient (%)
1	354	379	401	430	390	397	398	390	500	379	401.8 $\pm$ 37.52	9.3
2	341	211	257	289	252	249	311	201	247	266	262.4 $\pm$ 40.28	15.4
3	382	346	352	377	316	322	372	314	374	319	347.4 $\pm$ 26.39	7.6
4	420	405	431	388	417	351	371	386	414	382	396.5 $\pm$ 23.78	6.0
5	358	373	436	355	350	446	240	301	364	342	356.5 $\pm$ 56.19	15.8
6	293	315	292	308	355	317	330	342	327	366	324.5 $\pm$ 23.37	7.2
7	331	413	406	349	349	366	515	373	270	356	372.8 $\pm$ 60.59	16.3
8	419	394	408	413	359	410	359	396	389	385	393.2 $\pm$ 19.98	5.1
9	383	357	307	375	368	355	359	348	352	347	355.1 $\pm$ 19.49	5.5
10	457	453	465	483	476	466	464	493	442	-	466.6 $\pm$ 14.71	3.2
Mittel- wert	373.8	364.6	375.5	376.7	363.2	367.9	371.9	354.4	367.9	349.1	367.7 $\pm$ 53.84	9.1

Tab. 15: Anzahl Wiederkauboli bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen

Kuh	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10	$\bar{x} \pm s$	Variations- koeffizient (%)
1	434	462	482	516	479	495	475	475	630	463	491.1 $\pm$ 50.57	10.3
2	463	348	416	423	429	469	503	377	477	442	434.7 $\pm$ 44.55	10.2
3	574	527	534	605	525	532	582	501	605	571	555.6 $\pm$ 34.51	6.2
4	541	501	523	482	513	444	481	495	510	459	494.9 $\pm$ 27.83	5.6
5	637	551	657	566	538	655	411	488	569	519	559.1 $\pm$ 73.55	13.2
6	480	523	448	525	512	436	496	489	508	542	495.9 $\pm$ 32.09	6.5
7	471	541	603	543	558	521	420	550	427	487	512.1 $\pm$ 56.32	11.0
8	503	490	505	350	431	488	420	459	487	483	461.6 $\pm$ 46.19	10.0
9	495	467	413	467	473	454	454	438	452	498	461.1 $\pm$ 23.99	5.2
10	537	519	534	553	576	530	518	607	609	-	553.7 $\pm$ 33.51	6.1
Mittel- wert	513.5	492.9	511.5	503.0	503.4	502.4	476.0	487.9	527.4	496.0	502.0 $\pm$ 43.39	8.4

Tab. 16: Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus bei 10 Braunvieh-Kühen während 10 Tagen

Kuh	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10	$\bar{x} \pm s$	Variations- koeffizient (%)
1	59.2	59.2	59.9	60.3	58.4	58.7	61.4	60.6	60.1	59.3	$59.7 \pm 0.87$	1.5
2	55.5	46.7	44.5	51.2	41.6	39	45.5	37.2	36.8	44.4	$44.2 \pm 5.68$	12.8
3	51.6	49.6	50.3	47.5	45.3	47.8	49.7	49.1	48.2	42.9	$48.2 \pm 2.41$	5.0
4	55.7	58.4	59.8	57	58.3	55.8	55.7	56	58.1	58.3	$57.3 \pm 1.39$	2.4
5	34.4	41.8	41.9	38.6	39.8	41.9	35.7	38	40.2	40.4	$39.3 \pm 2.47$	6.3
6	35.7	33.9	38.4	34.4	38	43.6	39.5	42.4	37.7	40.4	$38.4 \pm 3.04$	7.9
7	49.8	54.2	47.2	44.8	43.6	49.1	52.4	46.2	43.1	50.6	$48.1 \pm 3.56$	7.4
8	52.9	51.5	52.2	54	53.3	53.8	54.2	54.5	50.6	49.9	$52.7 \pm 1.51$	2.9
9	52.1	50.3	49.2	54.8	53.3	52.7	53	52.9	53.1	44.7	$51.6 \pm 2.75$	5.3
10	54.2	56	56.1	56.5	52.1	56.3	57.1	50.9	44.7	-	$53.8 \pm 3.78$	7.0
Mittel- wert	50.1	50.2	50.0	49.9	48.4	49.9	50.4	48.8	47.3	47.9	$49.3 \pm 7.13$	5.9

## **7. DISKUSSION**

### **7.1. Beurteilung der Messmethode**

Die Handhabung des Messhalfters war einfach und die Akzeptanz der Kühe war sehr gross. Nur wenige Kühe waren kurz irritiert und nur eine Kuh zeigte eine fast zweistündige Abwehrreaktion. Die Passform des Halfters erwies sich vor allem bei den erstlaktierenden Kühen als teilweise problematisch. Einige von ihnen hatten einen noch sehr kleinen, kurzen Kopf. Das Halfter musste mit Zusatzlöchern viel kürzer geschnallt werden, so dass eine korrekte Platzierung und Messung erfolgen konnte. Beschädigungen gab es fast keine. Nur in einem Fall wurde das Halfter so beschädigt, dass keine weiteren Messungen mehr erfolgen konnten. Das Kabel zur Datenübertragung vom Drucksensor auf den Datenlogger war dabei ausgerissen, was eine Speicherung der Daten verunmöglichte. Ansonsten zeigte sich das Halfter als sehr robust. Kleine Einzelteile neigten jedoch zum Rosten, so dass zum Beispiel das Lederetui, im welchem der Datenlogger verpackt war, abgefallen war oder der Verschluss des Etuis nicht mehr möglich war. Als problematischer erwies sich der mit Öl gefüllte Messschlauch. Es kam immer wieder zu Ölverlusten, was zu nicht auswertbaren Messdateien führte. Bei den betroffenen Kühen musste eine zweite Messung durchgeführt werden. Bei einigen Kühen lieferte die automatische Auswertung mit Hilfe des PC-Programms infolge zu geringer Druckunterschiede keine brauchbaren Werte. Bei der optischen Kontrolle über den MSR-Viewer konnte jedoch eine korrekte Datenaufzeichnung festgestellt werden. Das Auswertungsprogramm benötigt also genug grosse Druckunterschiede, um eindeutig zwischen Fress- und Wiederkauphasen und den Phasen des Ruhens zu differenzieren. TRÖSCH (2013) beobachtete, dass sich die Höhe der Ausschläge je nach Sitz des Halfters verändert. Oft konnte in der vorliegenden Arbeit bei einer zweiten Messung von Kühen mit nicht auswertbaren Dateien mit einem enger geschnallten Halfter eine auswertbare Druckkurve erreicht werden. Ganz wenige Kühe wiesen auch bei der zweiten Messung keine auswertbare Druckkurve auf.

Der Grund dafür konnte jedoch nicht eruiert werden. Aus zeitlichen Gründen wurden diese Kühe kein drittes Mal untersucht.

Bei der zehntägigen Untersuchungsperiode trat bei 3 Kühen ein plötzlicher Druckabfall auf. Der Abfall war so gross, dass die automatische Auswertung nicht mehr möglich war. Auch hier konnte der Grund nicht genau ermittelt werden. Bei den Halftern für die mehrtägigen Untersuchungen war der Sitz des Halfters nicht ganz optimal, weil der SD-Datenlogger grösser und schwerer als der Logger mit der geringeren Speicherkapazität war und so das Halfter mit der Zeit leicht zur Seite des Loggers heruntergezogen wurde. Durch ein Gegengewicht auf der anderen Seite des Halfters wurde das Problem inzwischen behoben.

## **7.2. Beurteilung der Auswertungssoftware**

Die Bedienung der Software war einfach und schnell zu erlernen. Im Lauf der Untersuchungen wurde das Programm weiter entwickelt und vereinfacht, was zu einer noch schnelleren Auswertung der Druckkurven führte. Zu Beginn traten kleinere Probleme beim Auswerten der 10-tägigen Untersuchungen auf. Mit der neuen Version konnten jedoch auch die 10-tägigen Untersuchungen schnell ausgewertet werden. Für jede Kuh musste eine Lerndatei für die Erkennung der Fress- und Wiederkauaktivität erstellt werden. Die automatische Berechnung von Gesamtfressdauer, Anzahl Kauschlägen beim Fressen, Gesamtwiederkaudauer, Anzahl Wiederkauboli und Anzahl Kauschlägen pro Wiederkaubolus waren hilfreiche Werte zur Beurteilung des Fress- und Wiederkauverhaltens. Weitere Parameter wie Anzahl und Dauer der Fress- und Wiederkauphasen mussten manuell ausgewertet werden.

### **7.3. Beurteilung des Fressverhaltens bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

Die durchschnittliche Fressdauer lag bei 4.4 (3.5 – 5.3) Stunden. Dieser Wert lag im Referenzbereich aller in der Literatur gefundenen Angaben (GÜRTLER, 1974; METZ, 1975; SAMBRAUS, 1978; BEAUCHEMIN, 1991; DADO und ALLEN, 1994; SENN et al., 1995). Die durchschnittliche Anzahl Kauschläge betrug 17'077 pro Tag. Dieser Wert war kleiner als die von anderen Autoren angegebenen Werte von 24'000 Kauschlägen (GÜRTLER, 1974) bzw. 18'766 Kauschlägen (DADO und ALLEN, 1994). TRÖSCH (2013) verglich die Anzahl Kauschläge beim Fressen der Direktbeobachtung nicht mit der automatischen Auswertung der Software. NYDEGGER et al. (2011) kontrollierten die automatisch gezählten Kauschläge mit den optisch gezählten Kauschlägen bei 60 Stichproben à je 5 Minuten aus 145 Datensätzen. Die mittlere Abweichung von der optisch zur automatisch ermittelten Auszählung betrug 12.0 % (-1.91 – 31.4 %) mit einer Standardabweichung von 9 %. Zur Bestimmung eines Kauschlags muss die Amplitude des Peaks gross genug sein (mind. 25 Millibar) und zwischen zwei Peaks darf der zeitliche Abstand nicht kleiner als 0.6 Sekunden sein. Wenn der zeitliche Abstand zwischen zwei Peaks kleiner als 0.6 Sekunden ist, werden diese als nur ein Kauschlag registriert (NYDEGGER et al., 2011). Eine weitere Erklärung für die geringere Anzahl Kauschläge während des Fressens können die Fütterungsart und die Futterzusammensetzung sein. So führen zum Beispiel kürzere Futterpartikel zu einer verringerten Kauaktivität (MERTENS, 1997; KONONOFF et al., 2003).

### **Beurteilung der Rassenunterschiede des Fressverhaltens**

Die Braunviehkühe wiesen mit durchschnittlich 4.7 Stunden eine längere Fressdauer als die Holstein-Friesian- und die Fleckviehkühe mit je 4.3 Stunden auf. Auch andere Autoren stellten fest, dass zwischen verschiedenen Rassen Unterschiede in Bezug auf das Fressverhalten bestehen. So beschrieben DÜRST et al. (1992), dass Jerseykühe eine signifikant längere Fressdauer ( $P < 0.05$ )



aufwiesen und das Futter öfter, jedoch in kleineren Mengen aufnehmen als Holstein-Friesian- und Fleckviehkühe. Die Fleckviehkühe zeigten in den Untersuchungen von SENN et al. (1994) eine signifikant kürzere Fressdauer als die beiden anderen Rassen. Die Jerseykühe nahmen das Futter jedoch langsamer auf. Bezogen auf das Körpergewicht und die aufgenommene Futtermenge unterschieden sich die drei Rassen nicht. In der vorliegenden Studie wurden weder die Körpergewichte der untersuchten Tiere noch die aufgenommenen Futtermengen ermittelt. Die Fressdauer erlaubt aber nicht zwingend Rückschlüsse auf die aufgenommene Futtermenge. Es ist möglich, dass die Braunviehkühe einfach langsamer fressen. Bei den Braunviehkühen war aber die Anzahl Kauschläge (18'120) signifikant grösser als bei den Holstein-Friesian- und den Fleckviehkühen (16'522 bzw. 16'588 Kauschläge). Die unterschiedliche Fressdauer der drei Rassen könnte eher im Zusammenhang mit der Fütterung stehen. Obwohl auf allen Betrieben die gleichen Grundfuttermittel gefüttert wurden, waren das Management und die Futterzusammensetzung (Anteile Silage, Heu und Kraftfutter) unterschiedlich. DeVRIES et al. (2007) beschrieben eine Zunahme der Fressdauer bei längeren Futterpartikeln. MAEKAWA et al. (2002) und BEAUCHEMIN (1991) beschrieben den Einfluss des Silageanteils der Totalmischration. MAEKAWA et al. (2002) konnten keinen Einfluss des Silageanteils auf die Fressdauer feststellen, während BEAUCHEMIN (1991) beschrieb, dass Silage schneller als Heu aufgenommen wurde. Eine mögliche Erklärung wäre also, dass die Betriebe mit den Holstein-Friesian- und Fleckviehkühen eine silagereichere Fütterung hatten und darum die Fressdauer dieser beider Rassen kürzer war. Obwohl auf 17 Betrieben Kühe verschiedener Rassen untersucht wurden und somit bei den verschiedenen Rassen die gleiche Futterbasis vorhanden war, konnten auf diesen Betrieben die Daten der Rassen nicht miteinander verglichen werden. Laut DADO und ALLEN (1994) müssen bei eintägigen Untersuchungen mindestens 52 Kühe gemessen werden, um einen Unterschied feststellen zu können. Um die Rassenunterschiede unabhängig vom

Fütterungsmanagement verifizieren zu können, sind weitere Untersuchungen verschiedener Rassen unter genau gleichen Fütterungsbedingungen erforderlich.

### **Beurteilung der Altersunterschiede des Fressverhaltens**

Bei den 2 bis 4 Jahre alten Kühen war die Fressdauer mit 4.2 Stunden signifikant kürzer als bei den 4.1 bis 6 Jahre alten mit durchschnittlich 4.6 Stunden. Dieser Unterschied war auch bei den beiden Altersgruppen der Fleckviehkühe (4.0 vs. 4.6 Stunden), nicht jedoch bei denjenigen der Braunvieh- und Holstein-Friesian-Kühen signifikant. In der Literatur existieren unterschiedliche Angaben über die Fressdauer bei primi- und pluriparen Kühen. Während BEAUCHEMIN et al. (1994, 2002) eine längere Fressdauer von primiparen Kühen gegenüber den pluriparen beschrieben, stellten andere Autoren (DADO und ALLEN, 1994; MAEKAWA et al., 2002) eine längere Fressdauer der pluriparen fest. Andere wiederum fanden keinen Unterschied in der Fressdauer zwischen primi- und pluriparen Kühen (AZIZI et al., 2008). Die hier gefundenen Ergebnisse lassen keine klare Aussage zu. Wurden alle 300 Kühe betrachtet, bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen. Jedoch bestand bei zwei Rassen kein signifikanter Unterschied, was darauf hinweist, dass der Unterschied bei den Fleckviehkühen trotz Signifikanz eher zufällig war. Da in der Altersgruppe 2 bis 4 Jahre auch pluripare Kühe untersucht wurden, ist es möglich, dass der Unterschied zwischen den Gruppen deshalb nicht deutlich ausgefallen war. Bei allen 300 Kühen war die Korrelation zwischen Alter und Fressdauer mit einem  $r$  von 0.16 sehr klein, was darauf schliessen lässt, dass das Alter keinen grossen Einfluss auf das Fressverhalten hat.

Bei den 4.1- bis 6-jährigen Kühen wurden während des Fressens 17'628 Kauschläge ermittelt, während die 2- bis 4-jährigen signifikant weniger Kauschläge (16'525) zeigten. Bei den einzelnen Rassen konnte dieser Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen nicht mehr festgestellt werden. Die Anzahl Kauschläge korrelierte stark ( $r = 0.94$ ) mit der Fressdauer. Obwohl bei den Fleckviehkühen bei

der Fressdauer ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen vorhanden war, zeigt sich dieser bei den Anzahl Kauschlägen beim Fressen nicht mehr. Dies könnte daran liegen, dass die jüngeren Kühe eine höhere Fressrate als die älteren aufweisen und das Futter deshalb in kürzerer Zeit aufnehmen (DADO und ALLEN, 1994). DADO und ALLEN (1994) beschrieben, dass primipare Kühe mit hoher Milchleistung weniger Zeit benötigten um ein kg Trockenmasse zu fressen als primipare Kühe mit geringerer Milchleistung.

#### **7.4. Beurteilung des Wiederkauverhaltens bei 300 Kühen verschiedener Rassen**

Die durchschnittliche Wiederkaudauer lag bei 7.3 (6.2 – 8.5) Stunden. Dies entspricht den Werten, welche auch in der Literatur gefunden wurden (BEAUCHEMIN, 1991). Die durchschnittliche Anzahl Wiederkauboli lag bei 578 (484 – 672) und die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus bei 55 (45 - 65). Die Anzahl Wiederkauboli deckt sich mit den von GÜRTLER (1974) beschriebenen und den von TRÖSCH (2013) gemessenen Werten. GÜRTLER (1974) beschrieb die Anzahl Kauschläge mit 40 bis 60 pro Bolus. Diese Zahl deckt sich mit den Werten in der vorliegenden Studie. TRÖSCH (2013) hatte mit 53 bis 65 eine durchschnittlich höhere Anzahl Kauschläge pro Bolus ermittelt. Gemäss YANG und BEAUCHEMIN (2006) kann eine Kuh mit Verlängerung der Fress- und Wiederkauzeit oder mit Erhöhung der Kaurate pro Wiederkaubolus auf längere Futterpartikel im Futter reagieren. Ein höherer Raufasergehalt im Futter erhöht zudem die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus (BEAUCHEMIN, 1991).

#### **Beurteilung der Rassenunterschiede des Wiederkauverhaltens**

Die Wiederkaudauer lag bei den Braunviehkühen mit 6.7 Stunden signifikant unter den Werten der Holstein-Friesian-Kühe mit 7.6 Stunden und den Fleckviehkühen mit 7.7 Stunden. BEAUCHEMIN (1991) beschrieb, dass bei restriktiver Fütterung grössere Futterpartikel abgeschluckt werden und dass dies

zu einer längeren Wiederkaudauer führt. Da die Holstein-Friesian- und Fleckviehkühe eine kürzere Fress- und eine längere Wiederkaudauer als die Braunviehkühe aufwiesen, liegt eine mögliche Erklärung darin, dass das Futter schneller aufgenommen und weniger gut zerkleinert wurde und deshalb länger wiedergekaut werden musste.

Die Anzahl Wiederkauboli unterschied sich zwischen den drei Rassen signifikant. Die Braunviehkühe wiesen mit 522 die geringste Anzahl auf, gefolgt von den Holstein-Friesian-Kühen mit 589 und den Fleckviehkühen mit 624 Wiederkauboli pro Tag. Die Braunviehkühe hatten in der kürzeren Wiederkaudauer auch die geringste Anzahl Boli wiedergekaut, während die Anzahl Boli bei den Fleckviehkühen grösser war als bei den Holstein-Friesian-Kühen. GRANT et al. (1990) beschrieben, dass die Futterpartikellänge keinen Einfluss auf die Anzahl Wiederkauboli pro Tag hat.

Die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus unterschied sich bei allen drei Rassen nicht signifikant und war mit Werten von  $55.3 \pm 9.01$  bei den Braunvieh-,  $56.0 \pm 10.81$  bei den Holstein-Friesian- und  $53.4 \pm 8.7$  bei den Fleckviehkühen eine sehr konstante Grösse. SCHADT et al. (2012) beschrieben, dass die Partikellänge im Futter keinen Einfluss auf die Partikellänge im regurgitierten Bolus entfaltet.

Wie bereits beim Fressverhalten erwähnt, müsste der grosse Einflussfaktor der Fütterung in weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden, um eine genauere Aussage über die Rassenunterschiede im Wiederkauverhalten treffen zu können.

### **Beurteilung der Altersunterschiede des Wiederkauverhaltens**

Die Wiederkaudauer unterschied sich zwischen den beiden Altersgruppen nicht signifikant. Die 2- bis 4-jährigen Kühe wiesen eine Wiederkaudauer von 7.4 Stunden und die 4.1- bis 6-jährigen Kühe eine solche von 7.3 Stunden auf. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von BEAUCHEMIN et al. (1997), welche keinen Unterschied in der Wiederkaudauer bei primi- und pluriparen Kühen feststellen konnten. Auch die Anzahl Wiederkauboli pro Tag unterschied sich zwischen den

Altersgruppen nicht signifikant. Die Gruppe der jungen Tiere kaute durchschnittlich 586.2 Boli wieder und die Gruppe der älteren 570.3 Boli. Es bestand jedoch ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus: Die jüngere Tiergruppe wies mit durchschnittlich 56.0 eine signifikant höhere Anzahl Kauschläge pro Bolus auf als die ältere mit 53.8 Kauschlägen. Es ist denkbar, dass die jüngeren Kühe mit der kürzeren Fressdauer grössere Futterpartikel abschluckten und dies durch eine höhere Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus kompensierten. Diese Erklärung ist jedoch rein hypothetisch und wird zurzeit durch keine entsprechende Beobachtung unterstützt.

### **7.5. Beurteilung des Fressverhaltens bei 10 Kühen während 10 Tagen**

Die Fressdauer während den 10 Tagen lag zwischen 4.9 und 5.7 Stunden täglich. Die Fressdauer der einzelnen Kühe unterschied sich signifikant voneinander. Die einzelnen Tage jeder Kuh unterschieden sich statistisch jedoch nicht signifikant voneinander, obwohl die Variationskoeffizienten über die 10 Tage bis zu 18 % des Mittelwertes erreichten. Nur drei Kühe (Nr. 3, 4, 10) wiesen eine Variationsbreite von unter 10 % des Durchschnittswerts auf. Die Kuh (Nr. 6) mit der kürzesten Fressdauer wies eine durchschnittliche Fressdauer von 3.6 (3.2 – 4.1) Stunden täglich auf. Verglichen mit den Werten von TRÖSCH (2013) mit 7.1 – 7.8 Stunden Fressdauer pro Tag sind die gemessenen Werte zu niedrig; sie liegen aber in der gleichen Grössenordnung wie diejenigen von anderen Autoren mit 3.1 – 3.6 Stunden (KONONOFF et al., 2003) und 3.3 – 4.4 Stunden (MAEKAWA et al., 2003). Die Anzahl Kauschläge lag zwischen 17'844 und 21'980. Die einzelnen Kühe zeigten signifikante Unterschiede untereinander. Die Variationskoeffizienten betrugen bis 17 % vom Durchschnittswert. Die Futteraufnahme ist von vielen Faktoren abhängig. Dies zeigte sich auch während den zehntägigen Messungen, bei welcher jedes Einzeltier relativ grosse Variationen in den Fressparametern aufwies, obwohl die äusseren Umstände über die 10 Tage konstant blieben. In Anbindehaltung sind beeinflussende Faktoren wie das soziale Gefüge in der Herde

auf ein Minimum reduziert. REITH und HOY (2012) beschrieben während des Östrus eine um bis zu 17 % reduzierte Futteraufnahme. Die Autoren erklärten dies mit einer erhöhten Aktivität der Kühe während der Brunst und einer appetitreduzierenden Wirkung der Östrogene (MONDAL et al., 2006). In der vorliegenden Studie wurde der Östrus nicht registriert. Somit ist keine Aussage darüber möglich, ob sich ein allfälliger Abfall der Fressdauer mit einer Brunst erklären lässt. Als Ursachen für die Schwankungen kommen tierindividuelle und Futtertechnische Einflüsse in Frage. Auch Krankheiten können zu einer Reduktion der Futteraufnahme führen (GONZALES et al., 2008). So wurde bei Ketose eine Reduktion der Fressdauer um 45.5 Minuten bereits 3 Tage vor der Diagnose beschrieben (GONZALES et al., 2008). Jedoch betrug die Variation der Fressdauer in der vorliegenden Studie über die 10 Tage im Durchschnitt 47.5 Minuten. Um das Fressverhalten eines Einzeltieres genau zu bestimmen, ist eine mehrtägige Untersuchung und Messung sinnvoll. Eine einzelne Tagesmessung kann zu einem relativ ungenauen Wert führen.

#### **7.6. Beurteilung des Wiederkauverhaltens bei 10 Kühen während 10 Tagen**

Die durchschnittliche Wiederkaudauer lag zwischen 5.8 und 6.3 Stunden pro Tag. Die Wiederkaudauer der einzelnen Kühe unterschied sich signifikant, während zwischen den einzelnen Tagen einer Kuh kein Unterschied festgestellt werden konnte. Der Variationskoeffizient betrug bis zu 16 % vom Mittelwert. Sieben Kühe zeigten eine geringe Abweichung (3.2 – 9.3 %) und wiesen über die 10 Tage eine relativ konstante Wiederkaudauer auf. Die drei anderen Kühe (Nr. 2, 5, 7) zeigten grössere Schwankungen bis zu 16 %. Zu diesen grösseren Schwankungen führten Einzelereignisse mit extremer Abnahme oder Erhöhung der Wiederkaudauer an einem Tag, welche nicht erklärt werden konnten. Die Anzahl Wiederkauboli pro Tag lag durchschnittlich zwischen 476 und 527. Auch hier unterschieden sich die einzelnen Kühe signifikant voneinander, während bei der einzelnen Kuh innerhalb von 10 Tagen keine signifikanten Schwankungen

auftraten. Der Variationskoeffizient betrug bis 13 % vom Mittelwert. Die Anzahl Kauschläge pro Wiederkaubolus war bei allen Kühen sehr konstant und reichte von 47 bis 50 Kauschlägen pro Bolus. Der Variationskoeffizient betrug bei 9 Kühen unter 8 %. Nur eine Kuh (Nr. 2) zeigte eine Schwankung von 13 %. Es handelte sich dabei um diejenige Kuh, welche an den Tagen 2 und 8 eine sehr starke verminderte Wiederkaudauer aufwies. Der Grund für diese Reduktion konnte nicht ermittelt werden. Trotz den zahlreichen Einflussfaktoren auf das Wiederkauverhalten (DeBOEVER et al., 1990) scheint das Wiederkauen weniger grossen Schwankungen ausgesetzt zu sein als das Fressverhalten. Krankheiten können die Wiederkauaktivität verringern (WELCH, 1982; HANSEN et al., 2003). Eine subakute Pansenazidose führt zu einem Abfall der Wiederkautätigkeit um bis zu 1.5 Stunden (DeVRIES et al., 2009) und ein Abfall des Pansen-pH-Werts unter 5.6 sogar zu einem Sistieren der Wiederkautätigkeit (BEAUCHEMIN, 1991). Eine akute Mastitis bewirkt innerhalb der ersten 24 Stunden der Erkrankung eine Verkürzung der Wiederkauzeit (FOGSGAARD et al., 2012). Die Wiederkauparameter scheinen die sichereren und sinnvolleren Parameter zu sein, um den Gesundheitszustand des Tieres zu bewerten und zu überwachen.

## **7.7. Schlussbemerkungen**

Das Fress- und Wiederkauverhalten stellte einen guten und wichtigen Indikator für den Gesundheitszustand einer Kuh dar. Mit Hilfe des Messhalfters konnte mit wenig Aufwand eine grosse Anzahl an Informationen über das Fress- und Wiederkauverhalten gesammelt werden. Ziel dieser Arbeit war es, einen grossen Datensatz von Fress- und Wiederkauparametern der wichtigsten drei Schweizer Milchviehrassen in konventioneller Anbindehaltung zu sammeln und Rassen- und Altersunterschiede festzustellen. Zusätzlich wurden 10 Kühe über 10 Tage untersucht, um die Tagesvariationen der Fress- und Wiederkauparameter festzustellen.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

ABRAHAMSE, P. A., B. VLAEMINCK, S. TAMMINGA and J. DIJKSTRA (2008): The effect of silage and concentrate type on intake behavior, rumen function, and milk production in dairy cows in early and late lactation. *J. Dairy Sci.* 91, 4778-4792.

ADIN, G., R. SOLOMON, M. NIKBACHAT, A. ZENOU, E. YOSEF, A. BROSH, A. SHABTAY, S. J. MABJEESH, I. HALACHMI and J. MIRON (2009): Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage-neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. *J. Dairy Sci.* 92, 3364-3373.

AIKMAN, P. C., C. K. REYNOLDS and D. E. BEEVER (2008): Diet digestibility, rate of passage, and eating and rumination behavior of Jersey and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 91, 1103-1114.

ANDERSON, M. (1984): Drinking water supply to housed dairy cows. Svergies Lantbruksuniversitet Diss. Rep. 130, Uppsala, Sweden.

AZIZI, O., O. KAUFMANN and L. HASSELMANN (2009): Relationship between feeding behavior and feed intake of dairy cows depending on their parity and milk yield. *Livest. Science* 122, 156-161.

BAILEY, C. B. (1961): Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. *Brit. J. Nutr.* 15, 443-451.

BATCHELDER, T. L. (2000): The impact of head gates and overcrowding on production and behavior patterns of lactating dairy cows. In: Proceedings from the conference „Dairy housing and equipment systems: Managing and planning for profitability“, Camp Hill, Pennsylvania, 325-330.

BEAUCHEMIN, K. A., S. ZELIN, D. GENNER and J. G. BUCHANAN-SMITH (1989): An automatic system for quantification of eating and ruminating activities of dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 72, 2746-2759.

BEAUCHEMIN, K. A. (1991): Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract.)* 7, 439-463.

BEAUCHEMIN, K. A., B. I. FARR and L. M. RODE (1991): Enhancement of the effective fiber content of barley-based concentrates fed to dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 3128-3139.



BEAUCHEMIN, K. A. and L. M. RODE (1994): Compressed baled alfalfa hay for primiparous and multiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77, 1003-1012.

BEAUCHEMIN, K. A., L. M. RODE and M. V. ELIASON (1997): Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. *J. Dairy Sci.* 80, 324-333.

BEAUCHEMIN, K. A., M. MAEKAWA and D. A. CHRISTENSEN (2002): Effect of diet and parity on meal patterns of lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 82, 215-223.

BEAUCHEMIN, K. A. and W. Z. YANG (2005): Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 2117-2129.

BENSON, J. A., C. K. REYNOLDS, D. J. HUMPHRIES, S. M. RUTTER and D. E. BEEVER (2001): Effects of abomasal infusion of long-chain fatty acids on intake, feeding behavior and milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 1182-1191.

BOUISSOU, M. F., A. BOISSY, P. LE NEINDRE and I. VEISSIER (2001): The social behavior of cattle. In: *Social Behavior in Farm Animals*. Eds. L. Keeling and H. Gonyou, CAB International, London, 113-145.

BRISTOW, D. J. and D. S. HOLMES (2007): Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiol. Behav.* 90, 626-628.

CAMPLING, R. C., M. FREER and C. C. BALCH (1961): Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 2. The relationship between the voluntary intake of roughages, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract. *Br. J. Nutr.* 15, 531-540.

CHAPLIN, S. J., G. TIERNEY, C. STOCKWELL, D. N. LOGUE and M. KELLY (2000): An evaluation of mattresses and mats in two dairy units. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66, 263-272.

COOK, N. B., T. B. BENNETT and K. V. NORDLUND (2004): Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *J. Dairy Sci.* 87, 2912-2922.

COUDERC, J. J., D. H. REARTE, G. F. SCHROEDER, J. I. RONCHI and F. J. SANTINI (2006): Silage chop length and hay supplementation on milk yield, chewing activity, and ruminal digestion by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3599-3608.

CURTIS, S. E. and K. A. HOUP (1983): Animal ethology: its emergence in animal science. *J. Anim. Sci.* 57 (Suppl. 2), 234.

DADO, R. G. and M. S. ALLEN (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.* 76, 1589-1600.

DADO, R. G. and M. S. ALLEN (1994): Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77, 132-144.

DeBOEVER, J. L., J. I. ANDRIES, D. DeBRABANDER, B. G. COTTYN and F. X. BUYASSE (1990): Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure. A review of factors affecting it. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27, 281-291.

DeBOEVER, J. L., A. DeSMET, D. L. DeBRABANDER and C. V. BOUCQUE (1993): Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *J. Dairy Sci.* 76, 140-153.

DeVRIES, T. J., M. A. VON KEYSERLINGK, D. M. WEARY and K. A. BEAUCHEMIN (2003): Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. *J. Dairy Sci.* 86, 3354-3361.

DeVRIES, T. J., M. A. G. VON KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2004): Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 1432-1438.

DeVRIES, T. J., K. A. BEAUCHEMIN and M. A. VON KEYSERLINGK (2007): Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 5572-5579.

DeVRIES, T. J., F. DOHME and K. A. BEAUCHEMIN (2008): Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feed sorting. *J. Dairy Sci.* 91, 3958-3967.

DeVRIES, T. J., K. A. BEAUCHEMIN, F. DOHME and K. S. SCHWARTZ-KOPF-GENSWEIN (2009): Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feeding, ruminating, and lying behavior. *J. Dairy Sci.* 92, 5067-5078.

DeVRIES, T. J., L. HOLTSHAUSEN, M. OBA and K. A. BEAUCHEMIN (2011): Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 4039-4045.

DULPHY, J. P., B. REMOND and M. THERIEZ (1980): Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Eds. Y. Ruckebusch and P. Thivend, MTP Press, Lancaster, 103-123.

DÜRST, B., M. SENN and W. LANGHANS (1993): Eating patterns of lactating dairy cows of three different breeds fed grass ad lib. *Physiol. Behav.* 54, 625-631.

EASTRIDGE, M. L. (2000): Meeting both the effective fiber and energy needs of high-producing cows is the big challenge of feeding. Here are guidelines. *Hoard's Dairyman* 145, 626.

FOGSGAARD, K. K., C. M. RØNTVED, P. SØRENSEN and M. S. HERSKIN (2012): Sickness behaviour in dairy cows during *E. coli* mastitis. *J. Dairy Sci.* 95, 630-638.

FREER, M. and R. C. CAMPLING (1964): Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 7. The behaviour and reticular motility of cows given diets of hay, dried grass, concentrates and ground, pelleted hay. *Br. J. Nutr.* 19, 195-207.

FRIEND, T. H. and C. E. POLAN (1974): Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 57, 1214-1220.

GONZALEZ, L. A., B. J. TOLKAMP, M. P. COFFEY, A. FERRET and I. KYRIAZAKIS (2008): Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 1017-1028.

GRANT, R. J., V. F. COLENBRANDER and J. L. ALBRIGHT (1990): Effect of particle size in forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73, 3158-3164.

GÜRTLER, H. (1974): Physiologie der Verdauung und Absorption. In: *Lehrbuch der Physiologie der Haustiere*. 3. Aufl., Hrsg. E. Kolb, Gustav Fischer Verlag, Jena, 219-422.

HAFEZ, E. S. E. and M. F. BOISSOU (1975): The behavior of cattle. In: *The Behavior of Domestic Animals*. 3rd ed., Baillière Tindall, London, 203-245.

HAILU, Y. (2003): Untersuchungen zur Bedeutung der Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens für die Einschätzung der Wiederkauaktivität von Milchkühen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

HANSEN, S. S., P. NØRGAARD, C. PEDERSEN, R. J. JØRGENSEN, L. S. MELLAU and J. D. ENEMARK (2003): The effect of subclinical hypocalcaemia induced by Na<sub>2</sub>EDTA on the feed intake and chewing activity of dairy cows. *Vet. Res. Commun.* 27, 193-205.

HERSKIN, M. S., L. MUNKSGAARD and J. LADEWIG (2004): Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. *Physiol. Behav.* 83, 411-420.

HILL, H. (1976): Die Verdauung. In: *Lehrbuch der Veterinär-Physiologie*. 6. Aufl., Hrsg. A. Scheunert und A. Trautmann, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 93-187.

KASKE, M., M. BEYERBACH, Y. HAILU, W. GÖBEL and S. WAGNER (2002): The assessment of the frequency of chews during rumination enables an estimation of rumination activity in hay-fed sheep. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 86, 83-89.

KASKE, M. (2005): Vormagenmotorik und Ingestapassage. In: *Physiologie der Haustiere*. 2. Aufl., Hrsg. W. V. Engelhardt und G. Breves, Enke Verlag, Stuttgart, 326-337.

KENNEDY, P. M. (1985): Effect of rumination on reduction of particle size of rumen digesta by cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 36, 819-828.

KERTZ, A. F., L. F. REUTZEL and G. M. THOMSON (1991): Dry matter intake from parturition to midlactation. *J. Dairy Sci.* 74, 2290-2295.

KONONOFF, P. J., A. J. HEINRICHS and H. A. KEHMAN (2003): The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 3343-3353.

KRAUSE, M. B., K. A. BEAUCHEMIN, L. M. RODE, B. I. FARR and P. NØRGAARD (1998): Fibrolytic enzyme treatment of barley grain and source of forage in high-grain diets fed to growing cattle. *J. Anim. Sci.* 76, 2912-2920.

KRAUSE, K. M., D. K. COMBS and K. A. BEAUCHEMIN (2002b): Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. *J. Dairy Sci.* 85, 1947-1957.

KRAUSE, K. M. and G. R. OETZEL (2005): Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 3633-3639.

LACA, E. and M. F. WALLISDEVRIES (2000): Acoustic measurement of intake and grazing behavior. *Grass Forage Sci.* 55, 97-104.

LINDGREN, E. (2009): Validation of rumination measurement equipment and the role of rumination in dairy cow time budgets. Master Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

LINDSTRÖM, T. and I. REDBO (2000): Effect of feeding duration and rumen fill on behavior in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 83-97.

LUGINBÜHL, J.-M., K. R. POND, J. C. RUSS and J. C. BURNS (1987): A simple electronic device and computer interface system for monitoring chewing behavior of stall-fed ruminant animals. *J. Dairy Sci.* 70, 1307-1312.

MAEKAWA, M., K. A. BEAUCHEMIN and D. A. CHRISTENSEN (2002): Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 1176-1182.

McFARLANE, I. S. (1972): Bovine behavior patterns. *Livest. Breed. J.* 15, 1-6.

McFARLANE, I. S. (1976): A practical approach to animal behavior. *Dairy Sci. Handbook* 9, 67.

McPHEE C. P., G. McBRIDE and J. W. JAMES (1964): Social behavior of domestic animals. III. Steers in small yards. *Anim. Prod.* 6, 9-15.

MERTENS, D. R. (1997): Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1482.

METHLING, W. und J. UNSHELM (2002): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. 1. Aufl., Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, Wien.

METZ, J. H. M. (1975): Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. PhD Dissertation, University of Wageningen, Netherlands.

MONDAL, M., C. RAJKHOWA and B. S. PRAKASH (2006): Relationship of plasma estradiol-17 $\beta$ , total estrogen and progesterone to estrus behavior in mithun (*Bos frontalis*) cows. *Horm. Behav.* 49, 626-633.

MOODY, E. G., P. J. VAN SOEST, R. E. McDOWELL and G. L. FORD (1967): Effect of high temperature and dietary fat on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 50, 1909-1916.

NAGEL, S., K. HARMS, E. MAHNKE und B. PIATOWSKI (1972): Zur quantitativen Bestimmung der Kau- und Wiederkauaktivität bei Milchkühen. Arch. Tierern. 25, 21-26.

NOCEK, J. E. (1997): Bovine acidosis: implications on laminitis. J. Dairy Sci. 80, 1005-1028.

NYDEGGER, F., L. GYGAX und W. EGLI (2011a): Automatisches Messen der Kaubewegungen bei Wiederkäuern mit Hilfe eines Drucksensors. Agrarforschung Schweiz 2 (2), 60-65.

NYDEGGER, F., M. KELLER, L. GYGAX und W. EGLI (2011b): Wiederkau-sensor für Milchkühe – Automatisches Erfassen der Kau- und Fressaktivität zur Gesundheitsüberwachung. ART-Bericht 748, 1-6.

PENNING, P. D. (1983): A technique to record automatically some aspects of grazing and ruminating behavior in sheep. Grass For. Sci. 38, 89-96.

PETIT, M. (1972): Emploi du temps des troupeaux de vaches mères et leurs veaux sur les pâturages d'altitude de l'Aubrac. Ann. Zootech. 21, 5-27.

POND, K., W. ELLIS and D. AKIN (1984): Ingestive mastication and fragmentation of forages. J. Anim. Sci. 58, 1567-1574.

PORZIG, E. und H. H. SAMBRAUS (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, 31-146.

REITH, S. and S. HOY (2012): Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. J. Dairy Sci. 95, 6416-6420.

RIST, M., I. SCHRAGEL, B. HÖRNING, S. RASKOPF, C. SIMANTK und P. WEIBERG (1992): Artgemässe Rinderhaltung - Grundlagen und Beispiele aus der Praxis. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.

ROSENBERGER, G., G. DIRKSEN, H.-D. GRÜNDER, E. GRUNERT, D. KRAUSE und M. STÖBER (1990): Die klinische Untersuchung des Rindes. Berlin und Hamburg, Verlag Paul Parey.

RUSSELL, J. B. and J. L. RYCHLIK (2001): Factors that alter rumen microbial ecology. *Science* 292, 1119-1122.

RUTTER, S. M., R. A. CHAMPION and P. D. PENNING (1997): An automatic system to record foraging behavior in free-ranging ruminants. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 185-195.

SAMBRAUS, H. H. (1978): *Nutztier Ethologie - Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis.* 1. Aufl., Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg.

SCHADT, I., J. D. FERGUSON, G. AZZARO, R. PETRIGLIERI, M. CACCAMO, P. VAN SOEST and G. LICITRA (2012): How do dairy cows chew? - particle size analysis of selected feeds with different particle length distributions and of respective ingested bolus particles. *J. Dairy Sci.* 95, 4707-4720.

SCHIRMANN, K., N. CHAPINAL, D. M. WEARY, W. HEUWIESER and M. A. VON KEYSERLINGK (2012): Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 3212-3217.

SCHLEISNER, C., P. NØRGAARD and H. H. HANSEN (1999): Discriminant analysis of patterns of jaw movement during rumination and eating in a cow. *Acta Agric. Scand. A. Anim. Sci.* 49, 251-259.

SEATH, D. M. and G. D. MILLER (1947): Heat tolerance comparisons between Jersey and Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 6, 24-34.

SENN, M., B. DÜRST, A. KAUFMANN and W. LANGHANS (1995): Feeding patterns of lactating cows of three different breeds fed hay, corn silage, and grass silage. *Physiol. Behav.* 58, 229-236.

SJAASTAD, Ø. V., K. HOVE and O. SAND (2003): *Physiology of Domestic Animals.* 1st edn., Scand. Vet. Press, Oslo, 507-527.

SUAREZ-MENA, F. X., G. I. ZANTON and A. J. HEINRICHS (2013): Effect of forage particle length on rumen fermentation, sorting and chewing activity of late-lactation and non-lactating dairy cows. *Animal* 7, 272-278.

SUDWEEKS, E. M. (1977): Chewing time, rumen fermentation and their relationship in steers as affected by diet composition. *J. Anim. Sci.* 44, 694-699.

TOLKAMP, B. J., D. P. N. SCHWEITZER and I. KYRIAZAKIS (2000): The biologically relevant unit for the analysis of short-term feeding behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 2057-2068.

TRÖSCH L. (2013): Untersuchungen über das Fressen und Wiederkauen von Kühen mit Hilfe eines Drucksensors im Halfter. Dissertation, Universität Zürich.

UEDA, Y., F. AKIYAMA, S. ASAKUMA and N. WATANABE (2011): Technical note: the use of a physical activity monitor to estimate the eating time of cows in pasture. *J. Dairy Sci.* 94, 3498-3503.

URTON, G., M. A. VON KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2005): Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 88, 2843-2849.

WELCH, J. G., A. M. SMITH and K. S. GIBSON (1970): Rumination time in four breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 53, 89-91.

WELCH, J. G. and A. M. SMITH (1971): Physical stimulation of rumination activity. *J. Anim. Sci.* 33, 1118-1123.

WELCH, J. G. (1982): Rumination, particle size and passage from the rumen. *J. Anim. Sci.* 54, 885-894.

WELCH, J. G. and A. P. HOOPER (1988): Ingestion of feed and water. In: *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Ed. D. C. Church, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 108-117.

WILSON, J. R., D. E. AKIN, M. N. McLEOD and D. J. MINSON (1989): Particle size reduction of the leaves of a tropical and a temperate grass by cattle. II. Relation of anatomical structure to the process of leaf breakdown through chewing and digestion. *Grass Forage Sci.* 44, 64-75.

YANG, W. Z. and K. A. BEAUCHEMIN (2006): Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. *J. Dairy Sci.* 89, 217-228.

YANG, W. Z. and K. A. BEAUCHEMIN (2007): Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 90, 3410-3421.



YANSARI, A. T., R. VALIZADEH, A. NASERIAN, D. A. CHRISTENSEN. P. YU and F. E. SHAROODI (2004): Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility and performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3912-3924.

YEISER, E. E., K. E. LESLIE, M. L. MCGILLIARD and C. S. PETERSSON-WOLFE (2012): The effects of experimentally induced *Escherichia coli* mastitis and flunixin meglumine administration on activity measures, feed intake, and milk parameters. *J. Dairy Sci.* 95, 4939-4949.

## **10. DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Vergabe des interessanten Themas, die Übernahme des Referats, die stets hilfsbereite Betreuung und die wertvollen Anregungen.

Frau Prof. Dr. A. Liesegang für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.

Herrn Erwin Egli für die tatkräftige Unterstützung beim Lösen aller Probleme mit der Software.

Frau Luzia Trösch für die gute Einführung in den korrekten Umgang mit dem Halfter, die Hilfe bei der Auswertung und das Teilen ihrer Erfahrungen mit mir.

Meiner Freundin Charlotte Schnetzler für ihre Unterstützung, Hilfsbereitschaft, sowie die tolle Freundschaft.

Ein grosser Dank gilt meinen Eltern Eleonora und Armin Zürcher, welche mich bei all meinen Vorhaben und Plänen stets frag- und kompromisslos unterstützt haben. Auch meinem Bruder gilt ein herzliches Dankeschön für seinen Support bei all meinen Computerproblemen.

Meinen besten Freundinnen Nina Wismer und Nadine Biermayr danke ich für die Begleitung, die guten Gespräche und die vielen Aufmunterungen.

Ein grosses Dankeschön geht an alle Landwirte, welche mir ihre Kühe zur Verfügung gestellt haben. Vielen Dank Rainer Aschwanden, Walter Bär, Ueli Baumann, Toni Bieri, Urs Büeler, Arno Christen, Hans Galmen, Thomas Grob, Christian Horat, Reto Huber, Josef Hürlimann (Hobüel), Silvan Köpfli, Martin Meienberg, Armin Röllin, Remo Stierli, Markus Bachmann, David Frey, Stefan Gut, Roger Huber, Florian Küenzli, Peter Langenegger, Hansueli Leuthold, Emil Schmid, Hans Staub, Adrian Steiner, Christian Trachsel, Werner Uhlmann, Roland Werder, Erwin Zeller, Judith Zürcher, Arnold Grimm, Rolf Hofmann, Josef Hürlimann (im Zipfel), Martin Jenni, Otmar Keiser, Remo Mathis, Herbert Meier, Walter Hitz und dem Betrieb Strickhof.

Im Gedenken an Alex Frick, welcher leider noch vor der Beendigung meiner Arbeit verstorben ist.